



Achim Marinescu

Probleme de

pentru licee și admitere
în învățămîntul superior

chimie

Editura didactică și pedagogică – București, 1971





Achim Marinescu

Probleme de chimie

pentru licee și admitere în învățământul superior

Ediția a doua



Editura didactică și pedagogică — București, 1971

PREFATĂ LA EDIȚIA ÎNTÂI

Am căutat să dau acestei lucrări o formă și un conținut cât mai apropiat de nivelul cerințelor învățământului nostru actual. Ea a fost întocmită în conformitate cu programele de chimie pentru clasele de liceu.

Lucrarea conține probleme de chimie care să permită elevilor să-și completeze cunoștințele prin studiu individual; în acest scop problemele sînt rezolvate integral. Rezolvarea dată poate fi luată ca model, ca un îndrumător și mijloc de control al studiului.

Pentru ca elevii să capete o mai mare deprindere în soluționarea diferitelor probleme de chimie și pentru a-i ajuta să însușească calculele chimice, soluțiile sînt expuse amănunțit.

Lucrarea prezintă numeroase probleme cu un grad de dificultate mai ridicat și poate fi utilă candidaților la admiterea în învățământul superior la facultățile unde se prevede în concurs o probă de chimie, precum și studenților anilor I ai facultăților cu profil nechimic, la care se predă un curs de chimie generală.

februarie 1970

AUTORUL

PREFAȚĂ LA EDIȚIA A DOUA

În această ediție s-au păstrat toate problemele din prima ediție, la care s-au adăugat un număr important de probleme cu rezultate, dar fără rezolvarea integrală. S-au verificat din nou calculele și s-au mai dat câteva exemple.

S-a avut în vedere ca rezolvarea problemelor de către elevi să contribuie atât la adâncirea gândirii lor științifice, cât și la stabilirea mai temeinică a legăturii cu practica.

martie 1971

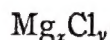
AUTORUL

I. Valența elementelor

1. *Magneziul dă cu clorul un compus format din 25,5% magneziu și 74,5% clor*. Ce valență are magneziul în acest compus?*

$$\text{Mg} = 24^{**} \quad \text{Cl} = 35,5$$

Formula compusului considerat este



x și y fiind numere întregi. Compoziția unei molecule este deci:

Magneziu : $24x$

Clor : $35,5y$

Scriem proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală.

$$\frac{24x}{25,5} = \frac{35,5y}{74,5}$$

Rezultând o ecuație cu două necunoscute, din infinitatea de soluții, vom alege pe aceea obținută dând arbitrar lui x valoarea 1, valoarea lui y este:

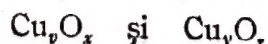
$$y = \frac{24 \cdot 74,5}{25,5 \cdot 35,5} \approx 2$$

Formula cea mai simplă a compusului considerat este MgCl_2 ; clorul fiind monovalent, rezultă că magneziul este bivalent.

2. *Cuprul formează cu oxigenul doi compuși: unul roșu care conține 88,82% cupru și 11,18% oxigen, iar altul negru cu compoziția 77,90% cupru și 20,10% oxigen. Să se stabilească valența cuprului în cei doi oxizi*

$$\text{Cu} = 63,5 \quad \text{O} = 16$$

Formulele compuşilor considerați sînt:



* Dacă nu se indică altfel, procente reprezintă procente de masă.

** Pentru masele atomice ale elementelor s-au folosit valori rotunjite.

v , x , y și z fiind numere întregi. Compoziția moleculară a primului compus este :

Cupru : $63,5 v$

Oxigen : $16 x$

iar a celui de-al doilea :

Cupru : $63,5 y$

Oxigen : $16 z$

Scriind proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală rezultă :

$$\frac{63,5v}{88,82} = \frac{16x}{11,18}$$

Dând lui v valoarea arbitrară 1, valoarea corespunzătoare pentru x este :

$$x = \frac{63,5 \cdot 11,18}{88,82 \cdot 16} \approx 0,5$$

Cum v și x sînt numere întregi, multiplicînd cu 2 rezultă : $v = 2$ și $x = 1$

Procedam analog și pentru determinarea lui y și z

$$\frac{63,5y}{77,90} = \frac{16z}{20,10}$$

Pentru $y = 1$ valoarea lui z este :

$$z = \frac{63,5 \cdot 20,10}{77,9 \cdot 16} \approx 1$$

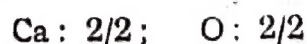
Formulele atribuite oxizilor de cupru sînt Cu_2O și CuO ; oxigenul fiind bivalent, cuprul este monovalent în oxidul roșu și bivalent în cel negru.

3. Cunoscînd valențele elementelor, să se stabilească formula oxidului de calciu.

Scriem unul lîngă altul simbolul calciului și al oxigenului, iar dedesubtul lor valențele respective



Cel mai mic multiplu comun al acestor valențe este 2. Împărțind cel mai mic multiplu comun prin valențe aflăm indicii care trebuie afectați simbolurilor elementelor



Formula oxidului de calciu este deci :

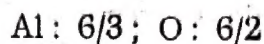


4. Cunoscând valențele elementelor, stabiliți formula oxidului de aluminiu.

Scriem unul lângă altul simbolul aluminiului și al oxigenului, iar dedesubtul lor valențele respective.



Cel mai mic multiplu comun al acestor valențe este 6. Împărțind cel mai mic multiplu comun prin valențe aflăm indicii care trebuie afectați simbolurilor elementelor:



Formula oxidului de aluminiu este deci:



$$\begin{array}{r} 12 \\ 27,3 \\ \hline 12 + 16 \\ 27,3 \end{array} \quad \begin{array}{r} 16 \\ 72,7 \\ \hline 16 \\ 72,7 \end{array}$$

$$y = \frac{12 \times 72,7}{27,3 \times 16}$$

5. Carbonul dă cu oxigenul un compus format din 27,3% carbon și 72,7% oxigen. Ce valență are carbonul în acest compus?

Răspuns: tetravalent

6. Sulfurul formează cu oxigenul doi compuși: unul conține 50% sulf și 50% oxigen, iar celălalt 40% sulf și 60% oxigen. Care este valența sulfurului în acești compuși?

Răspuns: tetravalent și hexavalent

7. Fosforul dă cu oxigenul doi compuși: unul conține 56,3% fosfor și 43,7% oxigen, iar al doilea 43,6% fosfor și 56,4% oxigen. Ce valență are fosforul în acești compuși?

Răspuns: trivalent și pentavalent

8. Mercurul formează cu clorul doi compuși: unul conține 85% mercur și 15% clor, iar celălalt 73,3% mercur și 26,1% clor. Ce valență are mercurul în acești compuși?

Răspuns: monovalent și bivalent

9. Cunoscând valența elementelor să se stabilească formulele chimice ale compuşilor oxigenului cu sodiu, calciu, aluminiu.

Răspuns: Na_2O ; CaO ; Al_2O_3

10. Stabiliți formulele chimice ale compuşilor sulfurului cu arsenul, argintul și zincul, cunoscând valențele elementelor.

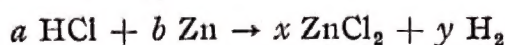
Răspuns: As_2S_3 ; As_2S_5 ; Ag_2S ; ZnS

11. Să se stabilească formulele cele mai simple ale oxizilor de fier, știind că analiza acestor oxizi arată că ei conțin 77,7%, 72,4% și 70,0% fier.

Răspuns: FeO ; Fe_3O_4 ; Fe_2O_3

II. Ecuații chimice

12. Să se determine coeficienții a , b , x , y ai ecuației chimice :



Stabilim relațiile algebrice, pe baza legii conservării masei, pentru fiecare element.

Considerăm atomii de hidrogen care intervin în reacție ; acești atomi sînt dați de HCl și se regăsesc în molecula de hidrogen. O moleculă de HCl aduce un atom de H, a molecule de HCl aduc a atomi de H. O moleculă H_2 conține 2 atomi de H, y molecule conțin $2y$ atomi H. Rezultă relația :

$$a = 2y \quad (1)$$

Să ne referim la atomii de Cl care intervin în reacție ; acești atomi sînt dați de HCl și se regăsesc în ZnCl_2 . O moleculă de HCl aduce un atom de Cl, a molecule HCl aduc a atomi de Cl. O moleculă ZnCl_2 conține 2 atomi de Cl, x molecule conțin $2x$ atomi de Cl. Avem deci relația :

$$a = 2x \quad (2)$$

Referindu-ne la atomii de Zn, printr-un raționament analog rezultă ecuația

$$b = x \quad (3)$$

Rezolvăm sistemul format din trei ecuații cu patru necunoscute :

$$a = 2y$$

$$a = 2x$$

$$b = x$$

Dînd uneia din necunoscute o anumită valoare arbitrară, de exemplu $b = 1$ se obține :

$$b = 1; \quad y = 1; \quad x = 1; \quad a = 2.$$

Putem deci scrie :



13. Determinați coeficienții a , b , x , y , z ai ecuației chimice :



Pe baza legii conservării masei stabilim relațiile algebrice :

$$2a = 2y \quad (1)$$

$$a = x + z \quad (2)$$

$$4a = 4x + y + 2z \quad (3)$$

$$b = x \quad (4)$$

Din relațiile (1), (2) și (3) rezultă :

$$a = 2x \quad (5)$$

iar din relațiile (2) și (5) :

$$x = z \quad (6)$$

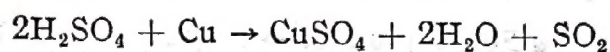
În final se obține :

$$a = y = 2x = 2b = 2z$$

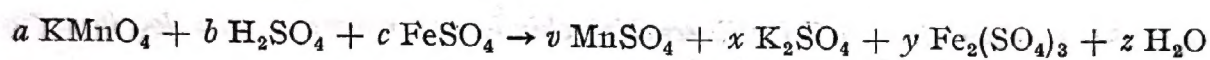
Făcând $z = 1$; rezultă ;

$$z = 1; \quad b = 1; \quad x = 1; \quad y = 2; \quad a = 2.$$

Deci putem scrie :



14. Să se determine coeficienții a, b, c, v, x, y, z ai ecuației chimice :



Se obțin pe baza legii conservării masei următoarele relații :

$$a = 2x \quad (1)$$

$$a = v \quad (2)$$

$$4a + 4b + 4c = 4v + 4x + 12y + z \quad (3)$$

$$2b = 2z \quad (4)$$

$$b + c = v + x + 3y \quad (5)$$

$$c = 2y \quad (6)$$

Din relațiile (1) și (2) reiese.

$$2x = v \quad (7)$$

Din relațiile (3) și (5) :

$$4a = z \quad (8)$$

Din relațiile (4) și (8) :

$$b = 4a \quad (9)$$

Din relațiile (1), (2), (3), (6), (8) și (9) obținem :

$$2y = 5a \quad (10)$$

Iar din relațiile (6) și (10) :

$$c = 5a$$

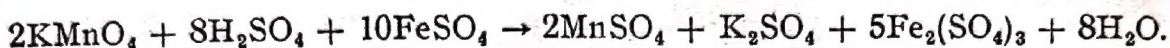
Se obține în final.

$$4c = 5b = 5z = 8y = 20a = 20v = 40x$$

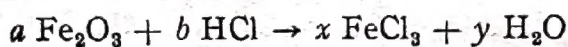
Făcând $x = 1$ rezultă :

$$x = 1; \quad v = 2; \quad a = 2; \quad y = 5; \quad z = 8; \quad b = 8; \quad c = 10.$$

Putem deci scrie :

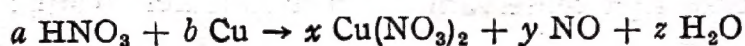


15. Determinați coeficienții a, b, x, y ai ecuației chimice :



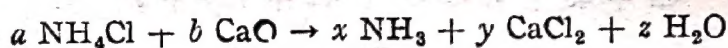
Răspuns : 1, 6, 2, 3

16. Să se determine coeficienții ecuației chimice ai reacției ce are loc la acțiunea acidului azotic asupra cuprului :



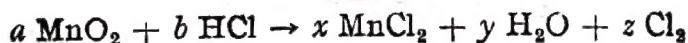
Răspuns : 8, 3, 3, 2, 4

17. Determinați coeficienții a, b, x, y, z ai ecuației chimice :



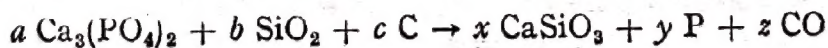
Răspuns : 2, 1, 2, 1, 1

18. Să se determine coeficienții a, b, x, y, z ai ecuației :



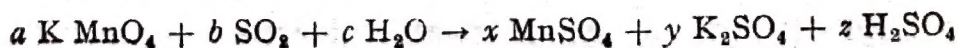
Răspuns : 1, 4, 1, 2, 1

19. Să se afle valoarea coeficienților a, b, c, x, y, z ai ecuației chimice :



Răspuns : 1, 3, 5, 3, 2, 5

20. Determinați coeficienții a, b, c, x, y, z ai ecuației chimice :



Răspuns : 2, 5, 2, 2, 1, 2

III. Legile combinațiilor chimice

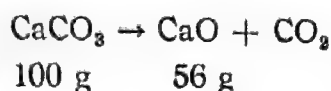
21. Să se calculeze masa de oxid de calciu obținută prin calcinarea unei tone de calcar care conține 98% carbonat de calciu.

$$C = 12$$

$$O = 16$$

$$Ca = 40$$

Are loc reacția :



1 tonă de calcar conține :

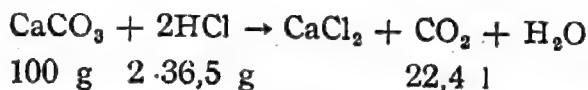
$$\frac{1\,000 \cdot 98}{100} = 980 \text{ kg CaCO}_3$$

Din ecuația reacției reiese că din 1 mol (100 g) CaCO_3 se obține prin calcinare 1 mol (56 g) CaO . Din 980 kg CaCO_3 vor rezulta :

$$\frac{980 \cdot 56}{100} = 548,8 \text{ kg CaO}$$

22. Se tratează cu acid clorhidric în exces 150 g carbonat de calciu. Să se determine :
- volumul de gaz, măsurat în condiții normale, ce se poate obține,
 - masa de soluție acid clorhidric 36% necesară pentru descompunerea întregii cantități de carbonat.

Scriem ecuația reacției :



a) Din ecuația reacției rezultă că reacționând 1 mol (100 g) CaCO_3 cu HCl se obține 1 mol (22,4 l) CO_2 . Participând la reacție 150 g CaCO_3 volumul de CO_2 obținut, măsurat în condiții normale, este :

$$\frac{150 \cdot 22,4}{100} = 33,6 \text{ l CO}_2$$

b) Cum 1 mol (100 g) CaCO_3 reacționează cu 2 moli (2 · 36,5 g) HCl , masa HCl care intră în reacție cu 150 g CaCO_3 va fi :

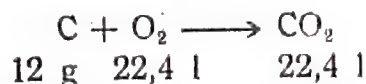
$$\frac{150 \cdot 2 \cdot 36,5}{100} = 109,5 \text{ g HCl}$$

Ținând seama că se folosește HCl de concentrație 36%, cantitatea de soluție necesară este :

$$\frac{100 \cdot 109,5}{36} = 304 \text{ g soluție HCl 36\%}$$

23. Într-un vas conținând 10 l oxigen, la presiunea normală, ardem carbon. Să se determine :

- volumul de bioxid de carbon format, la presiunea 760 mm Hg și la presiunea de 740 mm Hg, temperatura rămânând constantă ;
- masa de carbonat de calciu care se obține dacă se introduce apă de var în vas.



a) Se observă, din ecuația reacției, că pentru obținerea a 1 mol (22,4 l) CO_2 este necesar 1 mol (22,4 l) O_2 și deci, în condiții normale (0°C și 760 mm Hg), volumul CO_2 obținut este egal cu volumul de O_2 :

$$V = 10 \text{ l } \text{CO}_2$$

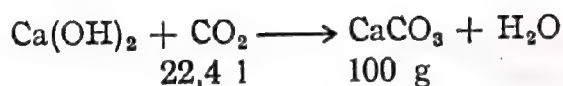
La presiunea de 740 mm Hg, volumul CO_2 se obține folosind formula care exprimă legea Boyle-Mariotte, deoarece temperatura este constantă :

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \text{ de unde } V_1 = \frac{p_2 V_2}{p_1}$$

Înlocuind rezultă :

$$V_1 = \frac{760 \cdot 10}{740} = 10,27 \text{ l } \text{CO}_2$$

b) Din ecuația reacției :



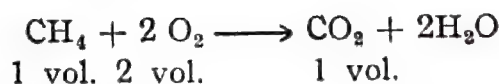
rezultă că la 1 mol (22,4 l) CO_2 corespunde 1 mol (100 g) CaCO_3 . Reacționând 10 l CO_2 se obține :

$$\frac{10 \cdot 100}{22,4} = 44,6 \text{ g } \text{CaCO}_3$$

24. Se ard 100 cm^3 metan, măsurați în condiții normale de temperatură și presiune. Să se calculeze :

- volumul de oxigen necesar arderii ;
- volumul și masa bioxidului de carbon rezultat.

Scriem ecuația de ardere a metanului :



Această ecuație arată că pentru arderea unui volum de metan, trebuie un volum dublu de oxigen și că volumul bioxidului de carbon produs este egal cu volumul metanului.

a) Volumul de oxigen necesar pentru arderea completă a 100 cm³ de metan este:

$$V_1 = 200 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$$

b) Volumul bioxidului de carbon rezultat prin ardere:

$$V_2 = 100 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$$

Pentru a afla masa de CO₂ rezultat ținem seama că masa moleculară a unei substanțe gazoase este numeric egală cu masa, exprimată în grame a 22,4 l de gaz măsurat la 0°C și 1 atm. Cum 1 mol (44 g) CO₂ în condiții normale ocupă volumul de 22,4 l = 22,4 · 10³ cm³, cei 100 cm³ CO₂ au masa:

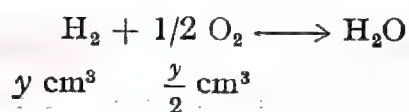
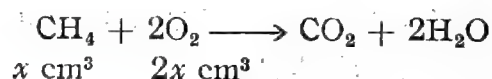
$$\frac{100 \cdot 44}{22,4 \cdot 10^3} = 0,1964 \text{ g}$$

25. Se ard 120 cm³ dintr-un amestec de metan și hidrogen, măsurați în condiții normale. Această combustie necesită 180 cm³ de oxigen. Să se determine:

a) compoziția în volume a amestecului;

b) masa de apă care se formează.

a) Scriem ecuațiile de ardere ale metanului și hidrogenului și indicăm volumele:



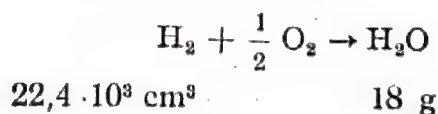
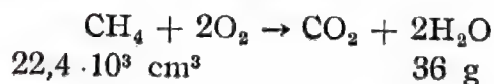
Aceste ecuații ne arată că pentru a arde $x \text{ cm}^3$ de metan sînt necesari $2x \text{ cm}^3$ de oxigen, iar pentru arderea a $y \text{ cm}^3$ de hidrogen trebuie să se adauge $\frac{y}{2} \text{ cm}^3$ de oxigen. Rezultă sistemul de ecuații:

$$\begin{cases} x + y = 120 \\ 2x + \frac{y}{2} = 180 \end{cases}$$

De unde $x = 80 \text{ cm}^3$, și $y = 40 \text{ cm}^3$.

Amestecul de gaze conține 80 cm³ de metan și 40 cm³ de hidrogen.

b) Scriem din nou ecuațiile de ardere, indicînd volumele moleculare ale metanului și hidrogenului și masa apei formate:



Din prima ecuație rezultă că prin combustia a $22,4 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 \text{ CH}_4$ se obțin 36 g H_2O . Masa apei formată prin combustia a $80 \text{ cm}^3 \text{ CH}_4$ este:

$$\frac{80 \cdot 36}{22,4 \cdot 10^3} = 0,1284 \text{ g H}_2\text{O}$$

Din ecuația a doua obținem în mod analog masa de apă formată prin combustia a 40 cm^3 de hidrogen:

$$\frac{40 \cdot 18}{22,4 \cdot 10^3} = 0,032 \text{ g H}_2\text{O}$$

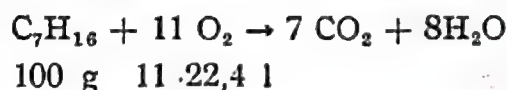
Masa de apă obținută prin arderea amestecului gazos va fi:

$$0,1284 + 0,032 = 0,1604 \text{ g}$$

26. Motorul unui automobil consumă 8 litri de benzină pentru un parcurs de 100 km. Să admitem că benzina este formată exclusiv din heptan C_7H_{16} , cu densitatea $0,7 \text{ g/cm}^3$.

Să se determine volumul de aer, măsurat în condiții normale, care a fost admis în carburator, știind că acesta dă amestecul de benzină și aer pentru puterea maximă.

Scriem ecuația de ardere a heptanului:



8 litri de heptan au masa:

$$m = V \cdot \rho = 8 \cdot 0,7 = 5,6 \text{ kg} = 5600 \text{ g.}$$

Din ecuația reacției se vede că pentru arderea a 1 mol (100 g) heptan sînt necesari 11 moli ($11 \cdot 22,4 \text{ l}$) O_2 . Volumul de oxigen care intră în reacție pentru arderea completă a 5600 g de heptan este:

$$\frac{5600 \cdot 11 \cdot 22,4}{100} = 13798,4 \text{ l} \sim 13,8 \text{ m}^3 \text{ O}_2$$

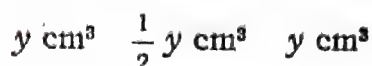
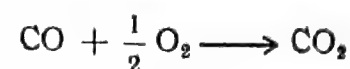
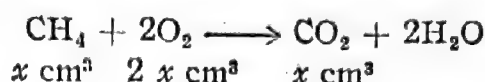
Aerul conținînd $1/5$ din volumul său O_2 , volumul de aer care conține acest oxigen este:

$$13798,4 \cdot 5 = 68992 \text{ l} = 68,992 \text{ m}^3 \sim 69 \text{ m}^3 \text{ aer.}$$

Pentru a avea amestecul de benzină și aer de putere maximă sînt necesari deci: $68,992 \text{ m}^3$ aer.

27. În condiții normale de temperatură și presiune, un amestec de metan, oxigen și oxid de carbon ocupă 1100 cm^3 . Se produce o scînteie electrică. După condensarea apei și întoarcerea la condițiile normale se obțin 525 cm^3 de amestec gazos format din 400 cm^3 bioxid de carbon și 125 cm^3 oxigen, care a fost în exces. Să se determine compoziția în volume a amestecului inițial.

scriem separat ecuațiile de ardere ale metanului și oxidului de carbon:



Notăm cu x și y (în cm^3) volumele respective de metan și oxid de carbon conținute în amestec.

Volumul bioxidului de carbon produs prin ardere fiind 400 cm^3 se obține prima ecuație:

$$x + y = 400 \quad (1)$$

Deoarece rămân 125 cm^3 de oxigen, suma volumelor metanului, oxidului de carbon și oxigenului consumați în reacție este:

$$1100 - 125 = 975 \text{ cm}^3$$

Deci:

$$\begin{array}{ccccc} x & + & y & + & \left(2x + \frac{y}{2}\right) = 975 \\ \text{volum de} & & \text{volum de} & & \text{volum de} \\ \text{metan} & & \text{CO} & & \text{oxigen} \end{array}$$

sau

$$3x + \frac{3y}{2} = 975 \quad (2)$$

Rezolvând sistemul format din ecuațiile (1) și (2) se obține:

$$x = 250$$

$$y = 150$$

În volume, compoziția amestecului inițial este deci:

Metan: 250 cm^3 ;

Oxid de carbon: 150 cm^3 .

Oxigen: $1100 - (250 + 150) = 700 \text{ cm}^3$.

28. Un gaz provenind prin distilarea huilei are următoarea compoziție procentuală: 56% hidrogen, 33,6% metan, 8,96% oxid de carbon, 1,44% bioxid de carbon.

Se cere:

- Câți moli din fiecare constituent conține 1 m^3 de amestec?
- Volumul de aer necesar arderii a 1 m^3 de amestec.

a) Un metru cub de gaz conține :

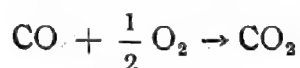
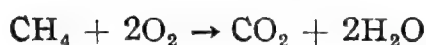
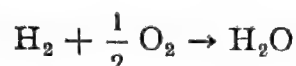
560 dm³ hidrogen sau $\frac{560}{22,4} = 25$ moli de hidrogen.

336 dm³ de metan sau $\frac{336}{22,4} = 15$ moli de metan

89,6 dm³ de oxid de carbon sau $\frac{89,6}{22,4} = 4$ moli de oxid de carbon

14,4 dm³ bioxid de carbon sau $\frac{14,4}{22,4} = 0,64$ moli de bioxid de carbon.

b) Scriem ecuațiile de ardere ale hidrogenului, metanului și oxidului de carbon (bioxidul de carbon nu este combustibil).



După aceste ecuații :

- combustia a 25 moli de hidrogen necesită 12,5 moli de oxigen ;
- combustia a 15 moli de metan necesită 30 moli de oxigen ,
- combustia a 4 moli de oxid de carbon necesită 2 moli de oxigen.

Combustia a 1 m³ de amestec gazos necesită deci :

$$12,5 + 30 + 2 = 44,5 \text{ moli de oxigen.}$$

Acest oxigen ocupă în condiții normale volumul :

$$22,4 \cdot 44,5 = 996,8 \text{ litri}$$

Cum aerul conține 1/5 din volumul său oxigen, volumul de aer necesar combustiei a 1 m³ de gaz este :

$$V = 996,8 \cdot 5 = 4\,984 \text{ litri} \approx 5 \text{ m}^3$$

29. Care sînt formulele cele mai simple atribuite clorurilor de cupru știind că analiza acestora arată că ele conțin 64,2% și 47,2% cupru și 35,8% respectiv 52,8% clor ?

$$\text{Cu} = 63,5$$

$$\text{Cl} = 35,5$$

Formulele clorurilor de cupru vor fi de forma : Cu_vCl_x și Cu_yCl_z, unde v, x, y și z sînt numere întregi. Compoziția moleculară a primului compus este :

Cupru : 63,5 v

Clor : 35,5 x

iar a celui de-al doilea compus :

Cupru : 63,5 y

Clor : 35,5 z

a) Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și cea procentuală

$$\frac{63,5v}{64,2} = \frac{35,5x}{35,8}$$

Luăm arbitrar pentru v valoarea 1, valoarea corespunzătoare pentru x este :

$$x = \frac{63,5 \cdot 35,8}{64,2 \cdot 35,5} \approx 1.$$

b) Procedăm analog și pentru determinarea indicilor y și z .

$$\frac{63,5y}{47,2} = \frac{35,5z}{52,8}$$

Pentru $y = 1$ valoarea lui z este :

$$z = \frac{63,5 \cdot 52,8}{47,2 \cdot 35,5} \approx 2.$$

Formulele cele mai simple atribuite clorurilor de cupru sînt CuCl și CuCl_2 .

30. Să se stabilească formula chimică a compusului care conține 43,4% sodiu, 11,3% carbon și 45,3% oxigen.

$$\text{Na} = 23 \quad \text{C} = 12 \quad \text{O} = 16.$$

Formula va fi de forma :



unde indicii x , y , z sînt numere întregi. Compoziția moleculară este :

Sodiu : 23 x

Carbon : 12 y

Oxigen : 16 z

Scriind proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală rezultă

$$\frac{23x}{43,4} = \frac{12y}{11,3} = \frac{16z}{45,3}$$

Dînd lui x valoarea arbitrară 1, valorile corespunzătoare pentru y și z sînt :

$$y = \frac{23 \cdot 11,3}{43,4 \cdot 12} \approx 0,5; \quad z = \frac{23 \cdot 45,3}{43,4 \cdot 16} \approx 1,5.$$

Cum x , y și z sînt numere întregi, multiplicînd cu 2 rezultă:

$$x = 2; \quad y = 1; \quad z = 3.$$

Formula va fi: Na_2CO_3

31. Să se calculeze masa clorurii de sodiu necesară pentru a prepara 12,5 kg acid clorhidric 32%, dacă pierderile reprezintă 4%.

Răspuns: 6,679 kg NaCl

32. Se tratează 300 g marmură, ce conține 96% carbonat de calciu, cu acid clorhidric în exces. Să se determine:

- a) volumul bioxidului de carbon obținut, măsurat la 0° și 1 atm;
b) masa acidului clorhidric care a participat la reacție.

Răspuns: a) 64,5 l CO_2 ; b) 210,24 g HCl

33. Se arde sulf în oxigenul obținut prin descompunerea termică a 30 g clorat de potasiu. Să se calculeze:

- a) cantitatea maximă de sulf care poate să ardă în acest oxigen;
b) masa compusului chimic rezultat.

Răspuns: a) 11,7 g S; b) 23,4 g SO_2

34. Se ard 10 l de acetilenă, măsurați în condiții normale de temperatură și presiune. Să se determine:

- a) volumul de aer necesar arderii,
b) masa și volumul bioxidului de carbon, măsurat la 0° și 1 atm, care rezultă din reacție.

Răspuns: a) 119,05 l aer; b) 39,2 g CO_2 ; 20 l CO_2

35. Se ard 100 cm^3 dintr-un amestec de metan, hidrogen și oxid de carbon. Această combustie necesită 125 cm^3 de oxigen și rezultă 75 cm^3 de bioxid de carbon, măsurați în condiții normale. Să se determine:

- a) compoziția în volume a amestecului,
b) masa de apă care se formează

Răspuns: a) 50 cm^3 CH_4 ; 25 cm^3 H_2 ; 25 cm^3 CO; b) 0,1 g H_2O

36. Ce volum de aer, măsurat în condiții normale, este necesar combustiei complete a 100 cm^3 de benzen cu densitatea $\rho = 0,88 \text{ g/cm}^3$?

Răspuns: 902,5 l aer

37. În condiții normale de temperatură și presiune un amestec de metan, etilenă și hidrogen ocupă un volum de 40 cm^3 . Se adaugă 190 cm^3 oxigen, măsurat la 0° și 1 atm și se produce o scînteie electrică. După condensarea apei și întoar-

cere
oxig
pozi

38. Se
gaz
vap
de
apă

39. Un
proc
de
a)
b)

40. Car
arat

41. Să
carb

42. Un
oxig
calci
cons
Iniția
lăm volur
care expr

cerea la condiții normale se obțin 155 cm^3 amestec gazos format din 103 cm^3 oxigen, care a fost în exces, și 52 cm^3 bioxid de carbon. Să se determine compoziția în volume a amestecului inițial.

Răspuns: $8 \text{ cm}^3 \text{ CH}_4$; $22 \text{ cm}^3 \text{ C}_2\text{H}_4$; $10 \text{ cm}^3 \text{ H}_2$

38. Se introduc într-un eudiometru 70 cm^3 dintr-un amestec format din 40 cm^3 gaz de apă și 30 cm^3 oxigen. Se produce o scînteie electrică. După condensarea vaporilor de apă rămîn în eudiometru 31 cm^3 de gaz care după iratare cu hidroxid de potasiu se reduc la 11 cm^3 . Care este compoziția în volume a gazului de apă?

Răspuns: $50\% \text{ H}_2$; $45\% \text{ CO}$; $5\% \text{ CO}_2$

39. Un gaz provenind prin distilarea uscată a cărbunilor de pămînt are compoziția procentuală în volume: hidrogen 50% , metan 21% , oxid de carbon 20% , bioxid de carbon 5% , azot 4% . Să se determine:

a) cîți moli din fiecare constituent conține 1 m^3 de amestec;

b) volumul de aer necesar arderii a 1 m^3 de amestec.

Răspuns: a) $22,32 \text{ moli H}_2$; $9,37 \text{ moli CH}_4$; $8,92 \text{ moli CO}$
 $2,23 \text{ moli CO}_2$, $1,8 \text{ moli N}_2$; b) $1,65 \text{ m}^3$ aer

40. Care este formula cea mai simplă atribuită clorurii de calciu, dacă analiza arată că ea conține $63,9\%$ clor?

Răspuns: CaCl_2

41. Să se stabilească formula compusului chimic care conține: $52,14\%$ zinc, $9,58\%$ carbon și $32,28\%$ oxigen.

Răspuns: Zn CO_3

IV. Legile gazelor

42. Un cilindru de oțel de 20 l conține oxigen la presiunea de 120 atm . Se consumă oxigen și la sfîrșitul operației se constată că presiunea a scăzut la 80 atm . Să se calculeze cantitatea de oxigen consumată considerînd că temperatura s-a menținut constantă (0°C).

Inițial, oxigenul ocupă volumul $V_1 = 20 \text{ l}$ la presiunea $p_1 = 120 \text{ atm}$. Calculăm volumul V pe care l-ar ocupa gazul la presiunea $p = 1 \text{ atm}$, folosind formula care exprimă legea Boyle-Mariotte:

$$pV = p_1V_1 \text{ de unde } V = \frac{p_1V_1}{p}$$

Înlocuind rezultă

$$V = \frac{120 \cdot 20}{1} = 2400 \text{ l.}$$

După operație, oxigenul rămas în recipient ocupă volumul $V_2 = V_1 = 20 \text{ l}$, la presiunea $p_2 = 80 \text{ atm}$, care măsurat la presiunea $p = 1 \text{ atm}$ reprezintă:

$$V' = \frac{p_2 V_2}{p} = \frac{20 \cdot 80}{1} = 1600 \text{ l.}$$

S-au consumat:

$$V - V' = 2400 - 1600 = 800 \text{ l O}_2$$

măsurate în condiții normale.

Cum, în condiții normale, $22,4 \text{ l O}_2$ au masa 32 g , cei 800 l O_2 corespund la:

$$\frac{800 \cdot 32}{22,4} = 1142 \text{ g.}$$

Cantitatea de oxigen consumată este deci: $1,142 \text{ kg O}_2$.

43. O masă de hidrogen ocupă un volum de 400 cm^3 la 27°C . Ce volum va ocupa, aceeași cantitate de gaz la 45°C dacă presiunea rămâne neschimbată?

Folosim formula care exprimă legea Gay-Lussac:

$$V = V_0(1 + \alpha t)$$

Cum volumul inițial este $V_0 = 400 \text{ cm}^3$, $\alpha = \frac{1}{273} \text{ grd}^{-1}$ și $t = 45^\circ - 27^\circ$

rezultă:

$$V = 400 \left(1 + \frac{45 - 27}{273} \right) = 424 \text{ cm}^3$$

44. La ce temperatură volumul unui gaz aflat inițial la 0°C își mărește volumul cu 40% , presiunea rămânând constantă?

Din formula:

$$V = V_0(1 + \alpha t) \text{ obținem}$$

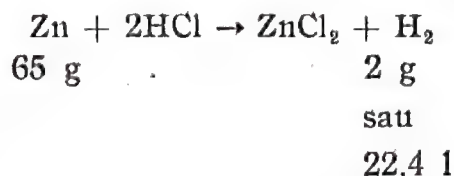
$$t = \frac{V - V_0}{V_0 \alpha}$$

Ținând seama că $V = \frac{140}{100} V_0$ rezultă

$$t = \frac{\frac{140}{100} V_0 - 100 V_0}{100 \cdot V_0 \alpha} = \frac{273 \cdot 40}{100} = 109,2^\circ.$$

45. Ce volum de hidrogen se poate obține la 25°C și sub presiunea de 755 mm Hg, lăsând să acționeze asupra a 40 g de zinc, acid clorhidric în exces?

Scriem reacția



Reacția ne arată că în condiții normale (la 0°C și 760 mm Hg) din 65 g de zinc se obțin 22,4 l de hidrogen. În aceleași condiții 40 g de zinc vor da $\frac{22,4 \cdot 40}{65}$ l H₂.

Aplicăm legea gazelor:

$$pV = p_0 V_0 (1 + \alpha t) = \frac{p_0 V_0}{273} (273 + t) = \frac{p_0 V_0}{273} T.$$

T este temperatura absolută, care se exprimă în grade Kelvin.

În cazul problemei $T = t + 273 = 25 + 273 = 298^\circ\text{K}$.

Se obține:

$$V = \frac{p_0 \cdot V_0 \cdot T}{p \cdot 273} = \frac{760 \cdot 22,4 \cdot 40 \cdot 298}{755 \cdot 65 \cdot 273} = 14,7 \text{ litri.}$$

46. Se dau 3 g de apă la 0°C. Se vaporizează la 160° sub 14 atmosfere. Să se calculeze volumul ocupat de aceste 3 g de vapori, admitând o comportare de gaz ideal. Din formula care dă ecuația de stare a gazelor:

$$pV = \frac{m}{M} RT \text{ rezultă:}$$

$$V = \frac{mRT}{Mp}$$

unde $m = 3 \text{ g}$, $M = 18$, $R = 0,082 \frac{\text{l} \cdot \text{atm}}{\text{grad} \cdot \text{mol}}$, $T = 273 + 160$, iar $p = 14 \text{ atm}$.

$$V = \frac{3 \cdot 0,082 \cdot 433}{18 \cdot 14} = 0,42 \text{ l.}$$

47. Peste cupru încălzit la roșu se trec 4,60 g dintr-un compus oxigenat al azotului. Se culege într-o eprubetă un volum de 1 230 cm³ de azot măsurat la 15°C, nivelul apei din eprubetă fiind cu 5 cm deasupra nivelului apei din cuvă. Presiunea atmosferică în momentul măsurării era de 750 mm Hg, tensiunea vaporilor saturați de apă la 15°C este 12,7 mm Hg, iar densitatea mercurului 13,6 g/cm³.
- a) Care este compoziția procentuală a amestecului?
- b) Ce formulă are compusul azotului folosit?



a) Volumul V_0 al azotului cules în condiții normale se obține din ecuația gazelor:

$$pV = p_0 V_0 (1 + \alpha t) \text{ de unde:}$$

$$V_0 = V \frac{p}{p_0} \cdot \frac{1}{1 + \alpha t}.$$

Presiunea de 5 cm de apă corespunde în mm Hg:

$$\frac{50}{13,6} = 3,7 \text{ mm Hg.}$$

Presiunea exercitată asupra azotului în eprubetă este:

$$p = 750 - (3,7 + 12,7) = 733,6 \text{ mm Hg}$$

deci

$$V_0 = 1\,230 \cdot \frac{733,6}{760} \cdot \frac{273}{288} = 1\,125 \text{ cm}^3$$

Știind că 28 g de azot ocupă volumul 22 400 cm³ în condiții normale, masa celor 1 125 cm³ de azot cules este:

$$\frac{28 \cdot 1\,125}{22\,400} = 1,406 \text{ g}$$

și rezultă că 4,6 g de substanță conține deci:

$$1,406 \text{ g azot și } 3,194 \text{ g oxigen.}$$

De unde:

$$N\% = \frac{1,406 \cdot 100}{4,6} = 30,6 \text{ și } O\% = \frac{3,194 \cdot 100}{4,6} = 69,4.$$

b) Fie N_xO_y formula compusului, x și y fiind numere întregi. Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală:

$$\frac{14x}{30,6} = \frac{16y}{69,4}.$$

Făcînd arbitrar $x = 1$, valoarea corespunzătoare lui y este:

$$y = \frac{14 \cdot 69,4}{30,6 \cdot 16} = 1,98 \approx 2.$$

Din analiză rezultă deci că formula cea mai simplă a compusului este



48. Ce volum, în litri, ocupă un gram de azot (masa moleculară 28), la presiunea de 380 mm Hg și temperatura 27°C?

Din ecuația de stare a gazelor :

$$pV = \frac{m}{M} RT \text{ obținem } V = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot p}$$

$$R = 0,082 \frac{1 \cdot \text{atm}}{\text{grad} \cdot \text{mol}}$$

Transformăm presiunea p , din mm Hg în atmosfere:

$$p = \frac{380}{760} \text{ atm} = 0,5 \text{ atm}$$

și temperatura în grade absolute:

$$T = t + 273 = 300^\circ \text{K}$$

Rezultă :

$$V = \frac{1 \cdot 0,082 \cdot 300}{28 \cdot 0,5} = 1,75 \text{ l}$$

49. Un balon de sticlă al cărui volum la temperatura de 0° este de 5 l închide oxigen la temperatura de 25° și presiunea de 765 mm Hg. Să se determine masa oxigenului din acest balon știind că coeficientul de dilatare cubică al sticlei este $\gamma = 0,000026 \text{ grad}^{-1}$ și că densitatea relativă a oxigenului este $d = 1,1056$.

Volumul balonului de sticlă la temperatura de 25° este :

$$V = V_0 (1 + \gamma t); \quad V = 5000 (1 + 25 \cdot 26 \cdot 10^{-6}) = 5003,25 \text{ cm}^3$$

Din formula :

$$d = \frac{\rho}{\rho_{\text{aer}}} \text{ deducem } \rho = \rho_{\text{aer}} \cdot d$$

Cum densitatea aerului uscat, în condiții normale, este $1,293 \text{ g/l} = 0,001293 \text{ g/cm}^3$, rezultă că densitatea oxigenului la 0°C și presiunea 760 mm Hg este

$$\rho = 0,001293 \cdot d.$$

Obținem densitatea oxigenului la temperatura de 25° și presiunea 765 mm Hg, folosind formula :

$$\rho = 0,001293 \cdot d \cdot \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{1}{1 + \alpha t}$$

Înlocuind obținem :

$$\rho = 0,001293 \cdot 1,1056 \cdot \frac{765}{760} \cdot \frac{1}{1 + \frac{25}{273}} = 0,001318 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = 1,31 \text{ g/l}$$

Masa oxigenului conținut în balon va fi :

$$m = V \cdot \rho = 5003,25 \cdot 0,001318 = 6,59 \text{ g}$$

50. Să se calculeze masa moleculară a amoniacului, cunoscând că densitatea vaporilor săi, în condiții normale, este 0,759 g/l.

Știm că densitatea este :

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Dacă luăm masa m egală cu masa unui mol M , iar volumul egal cu volumul molar, V , densitatea este :

$$\rho = \frac{M}{V}.$$

Cunoscând densitatea în condiții normale și știind că volumul molar este 22,4 l, se calculează masa unui mol astfel :

$$M = V \cdot \rho = 22,4 \cdot 0,759 = 17.$$

51. Să se determine numărul de moli de bioxid de carbon care se găsesc într-un balon de 100 l la 12°C și 2,5 atm.

Scriem ecuația de stare a gazelor sub forma :

$$p \cdot V = nRT.$$

Numărul n de moli cuprins în volumul V de gaz se obține :

$$n = \frac{pV}{RT}; \text{ deci :}$$

$$n = \frac{2,5 \cdot 100}{0,082 \cdot 285} = 10,7 \text{ moli}$$

52. Știind că numărul lui Avogadro are valoarea $N = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ și că sarcina electrică a unui electron este $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ coulombi}$, să se calculeze sarcina unui mol de electroni.

Un mol de electroni conține un număr de electroni egal cu numărul lui Avogadro. Cum sarcina unui electron este $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ coulombi}$, sarcina unui mol de electroni va fi :

$$6,023 \cdot 10^{23} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 9,6488 \cdot 10^4 \text{ coulombi.}$$

53. Într-un tub electronic presiunea este 10^{-6} mm Hg . Câte molecule de gaz se găsesc într-un cm^3 din interiorul acestui tub?

Presiunea pe care un gaz o exercită pe pereții vasului în care se găsește se datorește ciocnirilor moleculelor gazului de acești pereți și este proporțională cu

numărul acestor ciocniri. Numărul ciocnirilor este, la rândul lui, proporțional cu numărul moleculelor din unitatea de volum.

Se cunoaște că un mol de orice gaz ideal ocupă, în condiții normale, un volum $V = 22,4 \text{ l} = 22,4 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$ (de fapt orice gaz se comportă ca un gaz ideal dacă temperatura este suficient de înaltă și presiunea suficient de joasă). Numărul de molecule dintr-un mol de gaz, la 0°C și la 1 atm este $N = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Numărul de molecule dintr-un cm^3 de gaz la presiunea de 760 mm Hg este:

$$\frac{N}{V} = \frac{6,023 \cdot 10^{23}}{22,4 \cdot 10^3} = 2,69 \cdot 10^{19} \text{ (numărul lui Loschmidt).}$$

La presiunea de 10^{-6} mm Hg într-un cm^3 de gaz se vor găsi:

$$\frac{2,69 \cdot 10^{19} \cdot 10^{-6}}{760} = 3,53 \cdot 10^{10} \text{ molecule,}$$

ceea ce reprezintă un număr imens de molecule.

54. Un recipient are volumul de 20 cm^3 . Să se determine:

a) Care este presiunea interioară, la 0° , dacă recipientul ar conține o mie de miliarde (10^{12}) de molecule de hidrogen?

b) Dar dacă ar conține același număr de molecule de azot?

a) Un mol (2 g) de hidrogen conține $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule H_2 și, bineînțeles, un număr dublu de atomi de hidrogen.

10^{12} molecule de hidrogen reprezintă

$$\frac{2 \cdot 10^{12}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 3,32 \cdot 10^{-12} \text{ g}$$

Din ecuația de stare:

$$pV = nRT$$

rezultă:

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{3,32 \cdot 10^{-12} \cdot 0,082 \cdot 273}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 1,86 \cdot 10^{-9} \text{ atm.}$$

$$1,86 \cdot 10^{-9} \cdot 760 = 1,41 \cdot 10^{-6} \text{ mm Hg}$$

b) Pentru azot, 1 mol (28 g) N_2 conține $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule. La cele 10^{12} molecule de azot vor corespunde:

$$\frac{28 \cdot 10^{12}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 4,81 \cdot 10^{-11} \text{ g}$$

Presiunea exercitată este:

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{4,81 \cdot 10^{-11} \cdot 0,082 \cdot 273}{28 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 1,86 \cdot 10^{-9} \text{ atm.}$$

În ambele cazuri s-a obținut aceeași presiune, rezultând că presiunea gazului, la temperatură constantă, depinde numai de numărul moleculelor din unitatea de volum, nu și de natura lor chimică.

55. Un cilindru de oțel de 20 l este umplut cu oxigen la temperatura de 0° și presiunea 150 atm. Se consumă oxigen astfel că presiunea gazului rămas ajunge la 125 atm. Se cere:

- a) volumul oxigenului scos din cilindru, măsurat în condiții normale;
b) numărul de moli de oxigen pe care-l conținea cilindrul inițial.

Răspuns: a) 500 l O_2 ; b) 134 moli O_2

56. Un gaz ocupă la 0° un volum de 2 l. Ce volum va ocupa gazul la -120° , presiunea rămânând constantă?

Răspuns: 1,12 l

57. La ce temperatură volumul unui gaz aflat inițial la 0° se dublează; în timpul încălzirii presiunea rămânând constantă?

Răspuns: 273°

58. Să se determine volumul bioxidului de sulf ce se poate obține la 27° și 762 mm Hg prin arderea completă a 50 g sulf.

Răspuns: 38,3 l SO_2

59. Volumul unui gaz este de 70,2 cm^3 la 16° și 748 mm Hg. Să se determine presiunea ce se exercită asupra gazului dacă volumul se micșorează la 40,6 cm^3 și temperatura se ridică la 48° .

Răspuns: 1 409,7 mm Hg

60. Ce volum ocupă 15 g vapori de apă la temperatura de 100° și presiunea 760 mm Hg, admitând o comportare de gaz ideal?

Răspuns: 25,48 l

61. Un compus al azotului în stare gazoasă, format din azot și oxigen, are densitatea în raport cu aerul 1,53. Încălzit la roșu cu cupru, care fixează oxigenul, dă un volum de azot egal cu propriul volum. Să se determine formula moleculară a compusului.

Răspuns: N_2O

62. Cunoscând că densitatea aerului la temperatura 0° și presiunea 760 mm Hg este 0,001293 g/cm^3 , să se calculeze masa unui litru de aer la 0° și presiunea 750 mm Hg.

Răspuns: 1,27 g

63. Să se calculeze masa moleculară a hidrogenului, știind că densitatea sa la 0° și 1 atm este $8,9 \cdot 10^{-5} g/cm^3$.

Răspuns: 2

64. Să se determine masa a $48,2 \text{ cm}^3$ de azot la 27° și 743 mm Hg , azotul fiind colectat deasupra apei. Tensiunea de vapori a apei la 27° este $26,7 \text{ mm Hg}$.

Răspuns: $0,0517 \text{ g N}_2$

65. Câte molecule de aer se găsesc într-un recipient cu volumul de 10 l , la temperatura de 10° și presiunea 1 atm ?

Răspuns: $2,6 \cdot 10^{23}$ molecule

V. Electroliza

66. Prin electroliza unei soluții de clorură de sodiu se obțin $1\,000 \text{ g}$ clor. Să se calculeze cantitatea de electricitate necesară și masa hidroxidului de sodiu format.

Echivalentul chimic al clorului este $\frac{A}{n} = \frac{35,5}{1} = 35,5$ și știm ca echivalentul chimic exprimat în grame este echivalentul-gram.

Cele $1\,000 \text{ g}$ clor reprezintă:

$$\frac{1\,000}{35,5} \text{ echivalenți-gram Cl}_2$$

Cum pentru obținerea prin electroliză a unui echivalent-gram de orice substanță este necesară cantitatea de electricitate de $96\,500$ coulombi, rezultă:

$$\frac{1\,000}{35,5} \cdot 96\,500 = 2,72 \cdot 10^6 \text{ coulombi}$$

Pentru fiecare $35,5 \text{ g}$ clor se formează 40 g hidroxid de sodiu, obținându-se prin electroliză $1\,000 \text{ g}$ clor, vor rezulta:

$$\frac{1\,000}{35,5} \cdot 40 = 1\,127 \text{ g NaOH}$$

67. Să se calculeze volumul de gaz detonant liberat prin electroliza apei acidulate într-un voltmetru în timp de 30 min , curentul având o intensitate de 5 A . Gazul detonant rezultat se culege la temperatura de 20°C și la presiunea de $763,4 \text{ mm Hg}$ sub apă, a cărei tensiune de vapori este, la temperatura experienței, de $17,4 \text{ mm}$. Folosind formula care exprimă legile electrolizei:

$$m = \frac{1}{96\,500} \frac{A}{n} It$$

obținem:

— masa hidrogenului

$$m_1 = \frac{1}{96\,500} \cdot \frac{1}{1} \cdot 5 \cdot 1\,800 = 0,0934 \text{ g}$$

— masa oxigenului

$$m_2 = \frac{1}{96\,500} \cdot \frac{16}{2} \cdot 5 \cdot 1\,800 = 0,746 \text{ g}$$

Dacă M este masa unui mol și V volumul molar, densitatea unui gaz, în condiții normale, este dată de formula:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{22,4}$$

și rezultă că densitatea hidrogenului este 0,088 g/l, iar a oxigenului 1,43 g/l.

Volumele gazelor obținute prin electroliză sînt:

— volumul hidrogenului

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{0,0934}{0,088} = 1,06 \text{ l}$$

— volumul oxigenului

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{0,746}{1,43} = 0,53 \text{ l}$$

Se observă că amestecul exploziv liberat prin electroliză este format din două volume de hidrogen și un volum de oxigen. În condiții normale, el ocupă un volum de 1,59 l.

Volumul cules sub apă la temperatura de 20°C și la presiunea de 763,4 mm Hg se obține folosind formula:

$$V = \frac{p_0 V_0}{p} (1 + \alpha t);$$

înlocuind rezultă:

$$V = \frac{76 \cdot 1,59}{76,34 - 1,74} \left(1 + \frac{20}{273}\right) = 1,73 \text{ l.}$$

68. Să se determine masa de argint depusă la catod, dacă trece un curent produs de doi acumulatori legați în serie printr-o soluție de azotat de argint, timp de 10 minute,

a) cînd electrozii sînt de platină,

b) în cazul cînd electrozii sînt de argint.

Rezistența electrozilor și a băii electrolitice este 0,5 Ω , iar rezistența internă a acumulatorilor este practic nulă. Tensiunea electromotoare a unui acumulator este de 2 V, iar tensiunea electromotoare de polarizare 1,4 V.

a) La electroliza între electrozi de platină are loc o polarizare a electrozilor. Tensiunea electromotoare de polarizare se opune tensiunii electromotoare a sursei de curent.

Intensitatea curentului în circuit este:

$$I = \frac{2 \cdot 2 - 1,4}{0,5} = 5,2 \text{ A}$$

iar masa de argint depusă la catod :

$$m = \frac{5,2}{96\,500} \cdot \frac{600}{1} \cdot \frac{107,9}{1} = 3,488 \text{ g Ag}$$

b) La electroliza între electrozi de argint nu are loc polarizarea electrozilor. Intensitatea curentului în circuit va fi :

$$I = \frac{2 \cdot 2}{0,5} = 8 \text{ A}$$

Masa de argint depusă la catod este deci :

$$m = \frac{8}{96\,500} \cdot \frac{600}{1} \cdot \frac{107,9}{1} = 5,367 \text{ g}$$

69. Trei voltmetre sînt legate în serie, unul conținînd o soluție de clorură cuproasă, altul o soluție de clorură cuprică și al treilea apă acidulată. Ce masă de cupru se depune în timp de o oră la electrozii primelor voltmetre dacă curentul folosit liberează 0,750 g de gaz delonant în voltametrul cu apă acidulată?

Folosind relația care exprimă legile lui Faraday :

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \cdot It$$

se obține :

În voltametrul cu clorură cuproasă :

$$m_1 = \frac{63,5}{96\,500} \cdot \frac{1}{1} \cdot 3\,600 \quad (1)$$

În voltametrul cu clorură cuprică :

$$m_2 = \frac{63,5}{96\,500} \cdot \frac{1}{2} \cdot 3\,600 \quad (2)$$

În voltametrul cu apă acidulată :

$$0,750 = \frac{18}{96\,500} \cdot \frac{1}{2} \cdot 3\,600 \quad (3)$$

Făcînd raportul relațiilor (1) și (3) se obține :

$$\frac{m_1}{0,750} = \frac{63,5 \cdot 2}{18}$$

$$m_1 = 5,3 \text{ g,}$$

se depun deci 5,3 g de cupru pe catodul voltametrului cu clorură cuproasă.

Relațiile (2) și (3) dau :

$$\frac{m_2}{0,750} = \frac{63,5}{18}$$

$$m_2 = 2,65 \text{ g.}$$

Deci, pe catodul voltametrului cu clorură cuprică se depun 2,65 g de cupru.



70. Cu ce intensitate de curent trebuie să se lucreze pentru a depune 1 g argint în 15 minute?

Echivalentul electrochimic al argintului $K = 0,001118 \text{ g/C}$

Din prima lege a electrolizei:

$$m = KIt \quad \text{rezultă:} \quad I = \frac{m}{Kt}$$

Înlocuind se obține:

$$I = \frac{1}{0,001118 \cdot 15 \cdot 60} = 1 \text{ A}$$

71. Să se determine echivalentul electrochimic al argintului, știind că echivalentul electrochimic al hidrogenului este $0,010363 \text{ mg/C}$

Echivalentul chimic al argintului $E_{Ag} = \frac{107,85}{1}$, iar al hidrogenului $E_H = \frac{1,008}{1}$

Cum echivalenții electrochimici sînt proporționali cu echivalenții chimici, rezultă:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{E_{Ag}}{E_H} \quad \text{de unde} \quad K_1 = \frac{K_2 \cdot E_{Ag}}{E_H}$$

$$K_1 = \frac{0,010363 \cdot 107,85}{1,008} = 1,118 \text{ mg Ag/C}$$

72. Se leagă două vase de electroliză în serie. La catodul uneia din ele se depun 0,5 g argint, iar la catodul celuilalt 0,1355 g dintr-un metal bivalent. Să se afle echivalentul electrochimic și masa atomică a metalului necunoscut.

Echivalentul electrochimic al argintului: $0,001118 \text{ g/C}$

a) Știm

$$m_1 = K_1 I t_1 \quad (1)$$

$$m_2 = K_2 I t_2 \quad (2)$$

Voltametrele fiind legate în serie, $I_1 = I_2$; curentul trecînd în același timp, $t_1 = t_2$.

Făcînd raportul relațiilor (1) și (2) rezultă:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{K_1}{K_2} \quad \text{de unde} \quad K_2 = K_1 \frac{m_2}{m_1}$$

$$K_1 = 0,001118 \text{ g/C}$$

$$K_2 = \frac{0,001118 \cdot 0,1355}{0,5} = 0,000304 \text{ g/C}$$

b) Echivalentul electrochimic al unui element este proporțional cu echivalentul său chimic, factorul de proporționalitate fiind $\frac{1}{F} = \frac{1}{96\,500}$

$$K = \frac{1}{F} \frac{A}{n} \quad \text{și rezultă} \quad A = KF n$$

Cum valența metalului necunoscut $n = 2$, masa sa atomică este

$$A = 0,000304 \cdot 96\,500 \cdot 2 = 58,7$$

Metalul respectiv este nichelul.

73. *Ce număr de ioni de sodiu și de clor conține un mol de clorură de sodiu?*

NaCl este o substanță ionică formată din ioni Na^+ și ioni Cl^- .

Știm că un mol NaCl conține $6,023 \cdot 10^{23}$ perechi de ioni Na^+Cl^- adică însumează un mol, $6,023 \cdot 10^{23}$ ioni de sodiu și un mol, $6,023 \cdot 10^{23}$ ioni de clor.

74. *Un electron este de aproximativ 1 850 de ori mai ușor decât un proton. Să se calculeze care este masa tuturor electronilor din 10 g aur.*

Au = 197. Număr atomic $Z = 79$.

Masa moleculară a aurului este egală cu masa sa atomică*. Într-un mol (197 g) aur se află $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi și cum fiecare atom de aur conține 79 electroni, se vor găsi:

$$79 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \text{ electroni.}$$

În 10 g Au sînt:

$$\frac{79 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 10}{197} = 24,11 \cdot 10^{23} \text{ electroni.}$$

Masa unui proton este o unitate atomică de masă 1 amu, iar masa unui electron este:

$$\frac{1}{1\,850} \text{ amu}$$

Masa tuturor electronilor din 10 g Au este:

$$24,11 \cdot 10^{23} \cdot \frac{1}{1\,850} = 0,013 \cdot 10^{23} \text{ amu}$$

Știind că 1 amu reprezintă $1,66 \cdot 10^{-24}$ g, masa în grame a electronilor din 10 g aur este:

$$0,013 \cdot 10^{23} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 0,0021 \text{ g.}$$

Masa în grame se mai poate afla ținînd seama că 1 g de hidrogen conține $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi. Deci un atom de hidrogen are masa:

$$\frac{1}{6,023 \cdot 10^{23}} = 0,167 \cdot 10^{-23} \text{ g} = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$$

* Vaporii metalelor sînt monoatomici și numai la vaporii metalelor alcaline s-a observat o slabă asociație în molecule biatomice.

Cum masa electronului este a 1 850-a parte din masa atomului de hidrogen, rezultă că masa electronului are valoarea :

$$m_e = \frac{1,67 \cdot 10^{-24}}{1\,850} = 0,91 \cdot 10^{-27} \text{ g.}$$

Masa tuturor electronilor din cei 10 g Au va fi :

$$0,91 \cdot 10^{-27} \cdot 24,11 \cdot 10^{23} = 0,0021 \text{ g.}$$

75. Prin electroliza unei soluții de clorură de sodiu s-au obținut 44,8 l clor, măsurati în condiții normale. Să se determine :

- cantitatea de electricitate care a fost necesară ;
- masa hidroxidului de sodiu format.

Răspuns : a) $3,86 \cdot 10^5 \text{ C}$; b) 160 g NaOH

76. Să se calculeze volumul de gaz detonant liberat prin electroliza apei acidulate într-un voltmetru în timp de 6 minute, curentul avînd intensitatea de 4,3 A. Amestecul detonant rezultat se culege la temperatura de 20° și presiunea 750 mm Hg, sub apă, a cărei tensiune de vapori este, la temperatura experienței, de 17,4 mm Hg.

Răspuns : 300 cm^3

77. Să se determine masa de cupru depusă la catod, dacă trece un curent produs de 4 acumulatori legați în serie printr-o soluție de sulfat de cupru, timp de 10 minute,

- cînd electrozii voltmetrului sînt de platină ;
- în cazul cînd electrozii sînt de cupru.

Rezistența electrozilor și a băii cu sulfat de cupru este $1,6 \, \Omega$, iar rezistența internă a unui acumulator este $0,1 \, \Omega$. Tensiunea electromotoare a unui acumulator este de 2 V, iar tensiunea electromotoare de polarizare 1,3 V.

Răspuns : a) 0,662 g Cu, b) 0,791 g Cu

78. O baie electrolitică, avînd electrozii de platină, conține o soluție de acid sulfuric. Rezistența ei este $1,68 \, \Omega$. Baia este pusă în legătură cu un acumulator de 2 V, a cărui rezistență interioară este $0,02 \, \Omega$. Să se calculeze intensitatea curentului, știind că tensiunea electromotoare de polarizare a băii electrolitice este 1,15 V.

Răspuns : 0,5 A

79. Prin electroliză se descompun 90 g de apă. Să se determine :

- cantitatea de electricitate necesară și intensitatea curentului dacă electroliza durează 12 ore ;
- volumele de hidrogen și de oxigen obținute în condiții normale ;
- dacă curentul traversează în același timp un voltmetru cu electrozi de cupru, conținînd soluție de sulfat de cupru, care va fi creșterea de masă a catodului ?

Răspuns : a) $966 \cdot 10^3 \text{ C}$; 22,3 A ; b) 112 l H_2 ; 56 l O_2 ; c) 320g

80. Să se determine echivalentul electrochimic al cuprului bivalent, știind că echivalentul electrochimic al hidrogenului este 0,010363 mg/C.

Răspuns : 0,320 mg/C

81. Se leagă două cuve de electroliză în serie. La catodul uneia se depun 5 g argint, iar la catodul celeilalt 0,4221 g dintr-un metal trivalent. Să se afle echivalentul electrochimic și masa atomică a metalului necunoscut.

Echivalentul electrochimic al argintului : 0,001118 g/C.

Răspuns : 0,094 mg/C ; 27

82. Se știe că ionul de hidrogen, ca și ceilalți ioni monovalenți apare la electroliză cu cea mai mică sarcină electrică cunoscută (sarcina elementară). Să se calculeze această sarcină, în coulombi, știind că 1 cm³ de hidrogen, în condiții normale, conține $2,7 \cdot 10^{19}$ molecule, densitatea hidrogenului în condiții normale este 0,0898 g/l, și că molecula de hidrogen este biatomică.

Răspuns : $1,6 \cdot 10^{-19}$ C

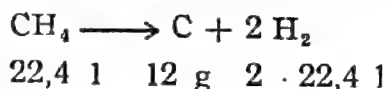
VI. Hidrogenul

83. Se trec 56 m³ de metan, măsurați la 0° și 1 atm, printr-un tub de oțel încălzit la 850°. Să se determine :

a) volumul de hidrogen rezultat în condițiile în care are loc descompunerea totală a metanului,

b) cantitatea de negru de fum care se obține.

Reacția de descompunere a metanului :



a) Din această ecuație a reacției reiese că dintr-un mol ($22,4 \cdot 10^{-3}$ m³) metan se obțin 2 moli ($2 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3}$ m³) hidrogen. Din 56 m³ metan vor rezulta :

$$\frac{56 \cdot 2 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3}}{22,4 \cdot 10^{-3}} = 112 \text{ m}^3 \text{ hidrogen.}$$

b) Conform ecuației reacției, dintr-un mol CH₄ se obține 1 atom-gram ($12 \cdot 10^{-3}$ kg) carbon. Din 56 m³ CH₄ se vor obține :

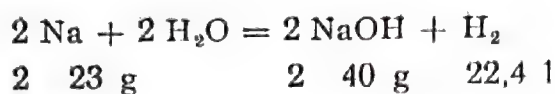
$$\frac{56 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{22,4 \cdot 10^{-3}} = 30 \text{ kg negru de fum.}$$

84. Reacționează cu apa 2 g de sodiu. Să se calculeze:

a) ce volum de hidrogen se degajă în condiții normale,

b) cât hidroxid de sodiu rezultă?

Are loc reacția:



a) Cum din 2 moli (2 23 g) Na se obține un mol (22,4 l) hidrogen, din 2 g Na se vor obține:

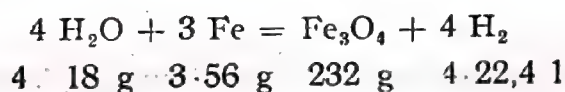
$$\frac{2 \cdot 22,4}{46} = 0,97 \text{ l H}_2.$$

b) Din 1 mol (23 g) Na prin reacția cu H_2O rezultă 1 mol (40 g) NaOH, din cele 2 g Na vor rezulta:

$$\frac{2 \cdot 40}{46} = 3,5 \text{ g NaOH.}$$

85. Prin descompunerea apei în stare de vapori cu fier înroșit se obțin 20 m³ hidrogen în condiții normale. Să se determine consumul de fier și cantitatea de oxid fero-feric rezultată.

Din ecuația reacției:



reiese că dacă reacționează cu apa, în stare de vapori, 3 moli (3 56 g) Fe, se obțin 4 moli (4 22,4 l) H_2 și 1 mol (232 g) Fe_3O_4 . Rezultând prin descompunerea apei 20 m³ hidrogen, cantitatea de fier consumată este:

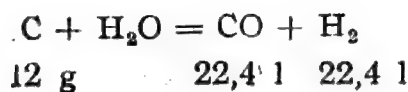
$$\frac{3 \cdot 56 \cdot 20 \cdot 10^3}{4 \cdot 22,4} = 37,5 \cdot 10^3 \text{ g Fe} = 37,5 \text{ kg Fe}$$

Fe_3O_4 rezultat:

$$\frac{20 \cdot 10^3 \cdot 232}{4 \cdot 22,4} = 51,8 \text{ kg Fe}_3\text{O}_4$$

86. Se trec vapori de apă peste 500 g cărbune ce conține 90% C la temperatura de 1 200°C. Care va fi volumul amestecului gazos obținut după consumarea carbonului, măsurat la 25°C și 765 mm Hg?

Are loc reacția:



Din 1 mol (12 g) C rezultă 2 moli ($2 \cdot 22,4$ l) gaze ($\text{CO} + \text{H}_2$), iar din cele $500 \frac{90}{100}$ g C, se obțin:

$$\frac{450 \cdot 2 \cdot 22,4}{12} = 1\,680 \text{ l amestec, în condiții normale.}$$

Volumul amestecului gazos, în condițiile cerute, se obține folosind formula:

$$pV = \frac{p_0 \cdot V_0}{273} (273 + t), \text{ de unde:}$$

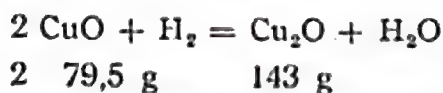
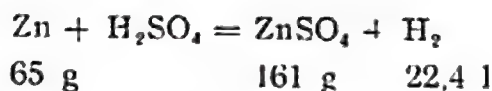
$$V = \frac{760 \cdot 1\,680}{273 \cdot 765} (273 + 25) = 1\,821,7 \text{ l}$$

37. *Asupra a 10 g zinc, acționează acid sulfuric diluat, în exces.*

a) *Cît oxid cupric poate fi redus cu hidrogenul care rezultă?*

b) *Care este masa substanței obținută prin evaporare? Ea este cristalizată cu 7 molecule de apă.*

Au loc reacțiile:



a) Din ecuațiile reacțiilor rezultă că reacționind 1 mol (65 g) Zn se obține hidrogen care poate reduce 2 moli ($2 \cdot 79,5$ g) CuO

Hidrogenul obținut, folosind cele 10 g Zn, va reduce:

$$\frac{10 \cdot 2 \cdot 79,5}{65} = 24,4 \text{ g CuO}$$

b) Cum din 1 mol (65 g) Zn se obține 1 mol (161 g) ZnSO_4 , din 10 g Zn rezultă:

$$\frac{161 \cdot 10}{65} \text{ g ZnSO}_4$$

Sulfatul de zinc cristalizat cu 7 molecule de apă are masa moleculară 287.

Dacă 161 g ZnSO_4 corespund la 287 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ cele $\frac{161 \cdot 10}{65}$ g ZnSO_4 vor corespunde la:

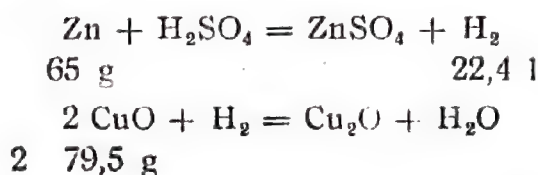
$$\frac{161 \cdot 10 \cdot 287}{65 \cdot 161} = 44,2 \text{ g ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$$

38. *Din 10 g zinc se obține hidrogen, care se folosește pentru a reduce 1 g de oxid cupric. Se cere:*

a) *volumul hidrogenului necesar acestei reduceri, gazul fiind măsurat la temperatura de 11°C și presiunea 765 mm Hg;*

- b) volumul de gaz care rămâne după reducere, acest gaz fiind măsurat la temperatura de 25°C și presiunea 758 mm Hg,
 c) masa de oxid feric care poate fi redus de masa totală de hidrogen.

Scriem ecuațiile reacțiilor:



a) Pentru reducerea a 2 moli ($2 \cdot 79,5 \text{ g}$) CuO este necesar 1 mol ($22,4 \text{ l}$) H_2 , iar pentru reducerea a 1 g CuO sînt necesare:

$$\frac{1 \cdot 22,4}{2 \cdot 79,5} = 0,14 \text{ l } \text{H}_2 \text{ în condiții normale.}$$

Volumul hidrogenului la presiunea $p = 765 \text{ mm Hg}$ și temperatura de 11°C se obține folosind formula:

$$V = \frac{p_0 V_0}{273 p} (273 + t)$$

$$V = \frac{760 \cdot 0,14}{273 \cdot 765} (273 + 11) = 0,15 \text{ l } \text{H}_2$$

b) Participînd la reacție 1 mol (65 g) Zn se obține 1 mol ($22,4 \text{ l}$) H_2 , volumul hidrogenului rezultat din cele 10 g Zn este:

$$\frac{10 \cdot 22,4}{65} = 3,44 \text{ l } \text{H}_2.$$

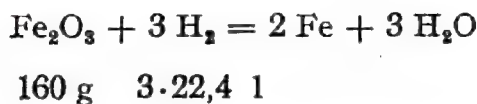
În condiții normale, hidrogenul care rămîne după reducerea oxidului cupric este:

$$3,44 - 0,15 = 3,29 \text{ l } \text{H}_2.$$

La presiunea 758 mm Hg și temperatura 25°C acest volum devine:

$$V = \frac{760 \cdot 3,29}{273 \cdot 758} (273 + 25) = 3,60 \text{ l } \text{H}_2.$$

c) Din reacția de reducere a oxidului feric:



rezultă că pentru a reduce 1 mol (160 g) Fe_2O_3 sînt necesari 3 moli ($3 \cdot 22,4 \text{ l}$) H_2 . Cei $3,44 \text{ l } \text{H}_2$ vor putea reduce:

$$\frac{160 \cdot 3,44}{3 \cdot 22,4} = 8,19 \text{ g } \text{Fe}_2\text{O}_3$$

89. Să se calculeze în centimetri cubi volumul molar al hidrogenului, în condiții normale, știind că masa atomică a hidrogenului este 1,008, iar densitatea hidrogenului în raport cu aerul $d = 0,0695$.

Știm că densitatea relativă a unui gaz (d) este raportul dintre densitatea lui și densitatea aerului uscat. În cazul nostru :

$$d = \frac{\rho_{H_2}}{\rho_{aer}} \text{ de unde } \rho_{H_2} = \rho_{aer} \cdot d.$$

Cum $\rho_{aer} = 1,293$ g/l, densitatea hidrogenului în condiții normale este :

$$\rho = 1,293 \cdot 0,0695 = 0,0898 \text{ g/l.}$$

Deoarece masa unui mol de hidrogen este 2,016, volumul molar va fi :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{2,016 \text{ g}}{0,0898 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3} = 22,4 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

90. În condiții normale de temperatură și presiune un amestec de hidrogen și oxigen ocupă 50 cm^3 . Producând o scintee electrică se formează apă și rămân 10 cm^3 gaz necombinat.

Dintr-un alt amestec de hidrogen și oxigen în altă proporție, însă tot cu un volum de 50 cm^3 , după producerea scintei electrice și întoarcerea la condițiile normale rămân 5 cm^3 gaz necombinat.

Amestecând gazele rămase, sub acțiunea unei scintei electrice, întreaga cantitate de gaz se transformă în apă. Să se determine compoziția în volume a celor două amestecuri de gaze.

Reacția care are loc este :



Dacă cantitățile de gaze rămase reacționează complet, cum raportul între volumele de hidrogen și oxigen este 2 : 1 și volumul gazelor rămase se află în același raport $10 : 5 = 2 : 1$, înseamnă că în primul amestec se află în exces hidrogenul, iar în cel de-al doilea, oxigenul.

Deci în cazul primului amestec :

$$\frac{50 - 10}{3} = 13,33 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$$

$$50 - 13,3 = 36,67 \text{ cm}^3 \text{ H}_2.$$

Dacă în 50 cm^3 amestec gazos se găsesc $13,33 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$, în 100 cm^3 se vor găsi :

$$\frac{100 \cdot 13,3}{50} = 26,6\% \text{ O}_2 \text{ și}$$

$$100 - 26,6 = 73,4\% \text{ H}_2$$

În cazul celui de-al doilea amestec :

$$2 \cdot \frac{50 - 5}{3} = 30 \text{ cm}^3 \text{ H}_2$$

$$50 - 30 = 20 \text{ cm}^3 \text{ O}_2.$$

Exprimînd în procente rezultă :

$$\frac{100 \cdot 30}{50} = 60\% \text{ H}_2 \text{ și}$$

$$40\% \text{ O}_2$$

91. Ce masă de apă trebuie să fie descompusă prin electroliză pentru a obține 1 m³ de hidrogen, măsurat în condiții normale !

Răspuns : 804 g H₂O

92. Se trec 1 000 l de metan, măsurați la 0° și 1 atm, printr-un tub de oțel încălzit la 850°. Să se calculeze :

- a) volumul de hidrogen măsurat în condiții normale, în cazul în care are loc descompunerea totală a metanului ;
b) masa negrului de fum care rezultă.

Răspuns : a) 2 000 l H₂ ; b) 580, 3 g negru de fum

93. Se obțin 573 cm³ de hidrogen prin acțiunea potasiului asupra apei. Să se determine :

- a) masa potasiului folosit ;
b) cantitatea de hidroxid de potasiu rezultată

Răspuns : a) 2 g K ; b) 2,869 g KOH

94. Prin acțiunea vaporilor de apă asupra fierului înroșit s-au obținut 109,2 m³ de hidrogen măsurați la 25° și presiunea 75,6 cm Hg. Se cere :

- a) masa fierului intrată în reacție ;
b) masa oxidului de fier rezultat.

Răspuns : a) 7,5 kg Fe ; b) 10,36 kg Fe₃O₄

95. Se obțin 15 l de hidrogen, în condiții normale, prin acțiunea acidului clorhidric 10% asupra zincului. Dacă randamentul reacției este 92% să se calculeze masa acidului clorhidric și masa zincului.

Răspuns : 47,5 g Zn ; 529,7 g HCl 10 %

96. Se prepară hidrogen prin acțiunea acidului sulfuric diluat asupra a 12 g de zinc. Să se calculeze :

- a) volumul de oxigen necesar pentru a arde hidrogenul obținut ;
b) masa apei rezultate din reacție

Răspuns : a) 2,05 l O₂ ; b) 3,30 g H₂O

97. Se reduce cu hidrogen 12 g de oxid cupric. Să se determine :

- volumul de hidrogen necesar acestei reduceri, măsurat la 18° și 756 mm Hg ;
- masa minimă de zinc ce trebuie s-o folosim pentru a obține hidrogenul necesar.

Răspuns : a) 3,62 l H₂ ; b) 9,81 g Zn

98. Două voltametre, unul conținând apă acidulată iar al doilea o soluție de azotat de argint, sînt legate în serie într-un circuit electric parcurs de un curent de intensitate constantă. În timp de 12 minute masa catodului celui de-al doilea voltmetru a crescut cu 0,8385 g. Să se determine :

- intensitatea curentului în circuit ;
- masa și volumul hidrogenului, măsurat în condiții normale, degajat la catodul primului voltmetru.

Răspuns : a) 1,041 A ; b) 0,0077 g H₂ ; 0,085 l H₂.

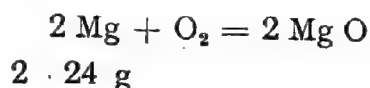
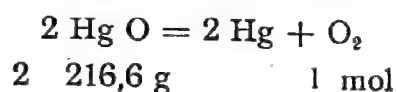
99. Un aerostat cu volumul de 250 m³ este umplut cu hidrogen la temperatura de 27° și presiunea de 800 mm Hg. Hidrogenul necesar se scoate din 100 cilindri de oțel în care temperatura este de 7° și presiunea de 30 atm. Ce volum are un cilindru din care se scoate hidrogenul ?

Răspuns : 80,97 l

VII. Oxigenul și combinațiile sale

100. Ce cantitate de oxid roșu de mercur trebuie descompusă termic pentru ca oxigenul rezultat să transforme 48,6 g de magneziu în oxid de magneziu ?

Reacțiile care au loc sînt :



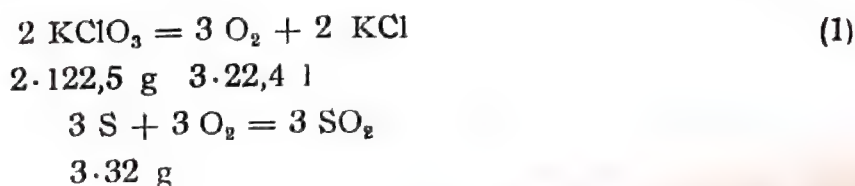
Se vede că pentru a transforma 2 moli (2 · 24 g) magneziu în oxid de magneziu este necesar un mol de oxigen care provine prin descompunerea termică a 2 moli (2 · 216,6 g) de oxid roșu de mercur.

Pentru transformarea a 48,6 g Mg în oxid de magneziu vor fi necesare :

$$\frac{48,6 \cdot 2 \cdot 216,6}{2 \cdot 24} = 438,6 \text{ g HgO}$$

101. Să se determine masa cloratului de potasiu prin încălzirea căruia se obțin 20 l oxigen în condiții normale. Cu câte grame de sulf se combină oxigenul rezultat spre a se obține bioxid de sulf?

Din ecuațiile reacțiilor :



rezultă că 3 moli ($3 \cdot 22,4 \text{ l}$) O_2 se obțin din 2 moli ($2 \cdot 122,5 \text{ g}$) KClO_3 și se combină cu 3 moli ($3 \cdot 32 \text{ g}$) S atomic.

Cei 20 l O_2 provin din :

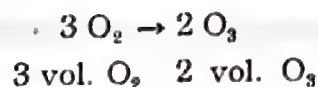
$$\frac{20 \cdot 2 \cdot 122,5}{3 \cdot 22,4} = 72,9 \text{ g KClO}_3$$

Cum 3 moli O_2 se combină cu 3 moli S, 20 l O_2 se vor combina cu :

$$\frac{20 \cdot 3 \cdot 32}{3 \cdot 22,4} = 28,57 \text{ g S.}$$

102. Prin trecerea a 1,5 l de oxigen printr-un aparat în care se produc descărcări electrice se obține un amestec de gaze care conține, în volume, 2% ozon. Cu ce randament s-a lucrat? Care este volumul total al gazelor obținute?

Avem reacția :



În 100 volume de amestec de gaze se găsesc 2 volume ozon și 98 volume oxigen, iar din ecuația reacției rezultă că 2 volume de O_3 se obțin din 3 volume O_2 . Deci inițial am avut $98 + 3 = 101$ volume O_2 .

Dacă din 101 volume de oxigen inițiale se transformă 3 volume, din 100 volume se vor transforma :

$$\frac{100 \cdot 3}{101} = 2,97$$

Deci, randamentul de transformare este 2,97%. Din cei 1,5 l O_2 trecuți prin aparatul în care se produc descărcări electrice, se transformă :

$$\frac{2,97}{100} \cdot 1,5 = 0,0445 \text{ l O}_2$$

În timpul transformării la 3 volume oxigen volumul se micșorează cu 1 volum. Pentru cei 0,0445 l O_2 micșorarea va fi :

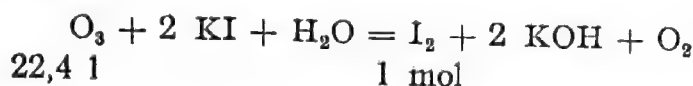
$$\frac{0,0445 \cdot 1}{3} = 0,0148 \text{ l} \approx 0,015 \text{ l.}$$

Volumul total al gazelor obținute este :

$$1,5 - 0,015 = 1,485 \text{ l}$$

103. *Ce volum de gaz măsurat în condiții normale, conținând 2% ozon, în volume, este necesar pentru a pune în libertate 0,3 moli de iod din iodura de potasiu?*

Din ecuația reacției :



rezultă că 1 mol (22,4 l) O_3 pune în libertate 1 mol I_2 . Cei 0,3 moli de iod sînt puși în libertate de :

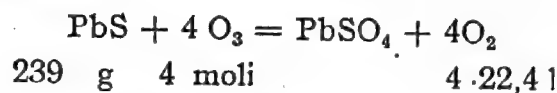
$$\frac{0,3 \cdot 22,4}{1} = 6,72 \text{ l } \text{O}_3$$

Din datele problemei reiese că 100 l gaz măsurați în condiții normale conțin 2 l ozon, 6,72 l O_3 se vor găsi în :

$$\frac{6,72}{2} \cdot 100 = 336 \text{ l gaz.}$$

104. *Cîți moli de ozon sînt necesari pentru a oxida 30 g sulfură de plumb în sulfat de plumb? Ce volum de oxigen rezultă?*

Are loc reacția :



Pentru oxidarea a 1 mol (239 g) PbS sînt necesari 4 moli de ozon, iar pentru oxidarea a 30 g PbS :

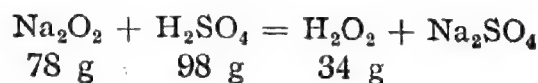
$$\frac{30 \cdot 4}{239} = 0,50 \text{ moli } \text{O}_3.$$

Volumul oxigenului rezultat în urma reacției de oxidare a 30 g PbS , se calculează ținînd seama că prin oxidarea a 1 mol (239 g) PbS rezultă 4 moli ($4 \cdot 22,4 \text{ l}$) O_2 :

$$\frac{30 \cdot 4 \cdot 22,4}{239} = 11,5 \text{ l } \text{O}_2$$

105. *Ce cantitate de peroxid de sodiu intră în reacție cu acidul sulfuric pentru a obține 15,6 g peroxid de hidrogen (apă oxigenată)? Ce cantitate de acid sulfuric de concentrație 40% este necesară?*

Scriem ecuația chimică a reacției :



Se vede că pentru a obține 1 mol (34 g) H_2O_2 , participă la reacție 1 mol (78 g) Na_2O_2 . Pentru a prepara 15,6 g H_2O_2 sînt necesare :

$$\frac{15,6 \cdot 78}{34} = 35,8 \text{ g } \text{Na}_2\text{O}_2$$

De asemenea , din ecuația reacției rezultă că pentru a se obține 1 mol (34,016 g) H_2O_2 este necesar 1 mol (98 g) H_2SO_4 . Pentru obținerea a 15,6 g H_2O_2 vor fi necesare :

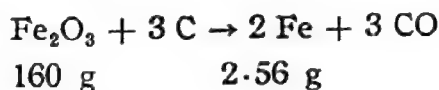
$$\frac{15,6 \cdot 98}{34} = 44,96 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4$$

Cum 100 g soluție H_2SO_4 40% conține 40 g H_2SO_4 , cele 44,96 g H_2SO_4 , se vor găsi în :

$$\frac{44,96 \cdot 100}{40} = 112,4 \text{ g soluție } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 40\%}.$$

106. Un minereu de fier conține 50% oxid feric . Ce cantitate din acest minereu trebuie să folosim pentru a obține, prin reducere cu carbon, 1 tonă de fier, dacă randamentul reacției este 80%?

Scriem ecuația reacției :



Se observă că 2 moli (2.56 g) Fe se obțin din 1 mol (160 g) Fe_2O_3 . Pentru 10 kg fier trebuie să folosim :

$$\frac{10^3 \cdot 160}{2 \cdot 56} = 1428,5 \text{ kg } \text{Fe}_2\text{O}_3$$

Dacă randamentul reacției este 80%, vor fi necesare :

$$1428,5 \cdot \frac{100}{80} = 1785,6 \text{ kg } \text{Fe}_2\text{O}_3$$

Cum 100 kg minereu conțin 50 kg Fe_2O_3 , cele 1 785,6 kg Fe_2O_3 necesită :

$$\frac{1785,6 \cdot 100}{50} = 3\,571,2 \text{ kg minereu.}$$

107. Ce masă de apă trebuie descompusă prin electroliză pentru a se obține 1 m³ de oxigen la 0° și 1 atm.

Răspuns : 1,68 kg H_2O

108. Se descompun termic 100 g oxid de mercur. Să se determine :

- volumul de oxigen care se obține la 22° și 750 mm Hg ;
- masa fosforului care se poate arde în acest oxigen.

Răspuns : a) 5,65 l O_2 ; b) 5,7 g P.

109. Să se determine masa cloratului de potasiu prin încălzirea căruia să se obțină oxigenul necesar transformării a 48 g de magneziu în oxid de magneziu.

Răspuns: 81,6 g KClO_3

110. Se prepară oxigen prin descompunerea termică a 122,5 g clorat de potasiu. Se cere:

- volumul oxigenului obținut, măsurat în condiții normale;
- masa de carbon cu care se poate combina, prin ardere, oxigenul;
- volumul bioxidului de carbon rezultat.

Răspuns: a) 33,6 l O_2 ; b) 18 g C; c) 33,6 l CO_2

111. Ce volum de oxigen se degajă din 1 cm^3 de perhidrol cu densitatea 1,463 g/cm^3

Răspuns: 482 $\text{cm}^3 \text{O}_2$

112. Să se calculeze masa de peroxid de sodiu care tratată cu apă să dea oxigenul necesar umplerii, în condiții normale, a unui recipient de 25 l.

Răspuns: 174,1 g Na_2O_2

113. Se trec 10 l de oxigen printr-un recipient în care se produc descărcări electrice și se obține un amestec de gaze care conține, în volume, 2,5% ozon. Să se determine:

- cu ce randament s-a lucrat;
- volumul total al gazelor obținute.

Răspuns: a) 2,96; b) 9,9 l

114. Câți litri de gaz, măsurat în condiții normale, conținând 3% ozon, sînt necesari pentru a pune în libertate 1,27 g iod din iodura de potasiu?

Răspuns: 3,73 l

115. Câți moli de apă oxigenată sînt necesari pentru a oxida 10 g sulfură de plumb (neagră) în sulfat de plumb (alb)? Dar de a se reduce 10 g oxid de argint (brun), precipitat din soluția de azotat de argint cu hidroxid de sodiu, în argint metalic fin divizat (negru)?

Răspuns: 0,16 moli H_2O_2 ; 0,8 moli H_2O_2

116. Se prepară 31,2 g apă oxigenată (peroxid de hidrogen) prin tratarea peroxidului de sodiu cu un acid diluat. Se cere:

- cantitatea de acid sulfuric de concentrație 20% necesară;
- masa sulfatului de sodiu rezultat.

Răspuns: a) 449,5 g H_2SO_4 20%;

b) 130,3 g Na_2SO_4

VIII. Soluții

- 117.** Ce concentrație procentuală are o soluție obținută prin dizolvarea a 2,5 g clorură de sodiu în 40,5 g apă?

Soluția are masa :

$$40,5 + 2,5 = 43 \text{ g.}$$

În 43 g soluție sînt 2,5 g NaCl.

În 100 g soluție vor fi :

$$\frac{2,5 \cdot 100}{43} = 5,81 \text{ g NaCl.}$$

Concentrația procentuală a soluției este deci 5,81%.

- 118.** O soluție conținînd 292,5 g hidroxid de sodiu la litru are densitatea 1,44 g/cm³. Care este compoziția în procente?

Masa unui litru de soluție se obține folosind relația $m = V \cdot \rho$.

$$m = 1\,000 \cdot 1,44 = 1\,440 \text{ g}$$

și conține 292,5 g NaOH.

În 100 g soluție vor fi :

$$\frac{292,5 \cdot 100}{1\,440} = 20,31 \text{ g NaOH}$$

Deci concentrația procentuală este 20,31%.

- 119.** Se amestecă 150 g soluție acid clorhidric 10% cu 250 g soluție acid clorhidric 20%. Care este compoziția procentuală a soluției rezultate?

În 150 g soluție 10% sînt :

$$\frac{150 \cdot 10}{100} = 15 \text{ g HCl,}$$

iar în 250 g soluție 20% :

$$\frac{250 \cdot 20}{100} = 50 \text{ g HCl}$$

Prin amestecul celor două soluții se obțin 400 g soluție cu un conținut de 65 g HCl. În 100 g soluție vor fi :

$$\frac{65 \cdot 100}{400} = 16,25 \text{ g HCl.}$$

Concentrația soluției rezultată este 16,25%.

120. Cîte grame de hidroxid de potasiu sînt necesare pentru a obține un litru de soluție cu concentrația 12% a cărei densitate este 1,28 g/cm³?

Masa unui litru de soluție este :

$$m = V \cdot \rho = 1\,000 \cdot 1,28 = 1\,280 \text{ g}$$

Cum concentrația soluției obținută este 12%, pentru cele 1 280 g vor fi necesare :

$$\frac{1\,280 \cdot 12}{100} = 153 \text{ g KOH.}$$

121. Cîte grame de apă trebuie să adăugăm la 200 cm³ de soluție acid clorhidric 22% cu densitatea 1,11 g/cm³, pentru a obține o soluție de acid clorhidric 10%?

Masa celor 200 cm³ soluție este :

$$m = V \cdot \rho = 200 \cdot 1,11 = 222 \text{ g}$$

și conține :

$$\frac{222 \cdot 22}{100} = 48,84 \text{ g HCl.}$$

Soluția HCl 10% conține pentru 10 g HCl o cantitate de 90 g H₂O. Deoarece cantitatea de HCl nu se schimbă prin diluare, apa necesară pentru obținerea soluției HCl 10% este :

$$\frac{48,8 \cdot 90}{10} = 439,56 \text{ g H}_2\text{O.}$$

Însă soluția inițială de HCl 22% conținea :

$$222 - 48,84 = 173,16$$

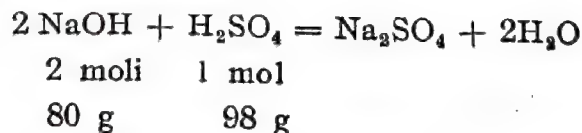
masa masa masa
soluției HCl apei

Trebuie adăugate deci :

439,56 - 173,16 = 266,40 g H₂O la 200 cm³ soluție HCl 22%. pentru a obține o soluție de 10%.

122. Cîte grame soluție hidroxid de sodiu 10% sînt necesare pentru neutralizarea a 120 g soluție acid sulfuric 6%?

Ecuatia reacției de neutralizare :



În 120 g soluție 6% H₂SO₄ sînt :

$$\frac{120 \cdot 6}{100} = 7,2 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$



Cum pentru 1 mol (98 g) H_2SO_4 sînt necesari pentru neutralizare 2 moli (80 g) NaOH, pentru neutralizarea soluției ce conține 7,2 g H_2SO_4 vor fi necesare :

$$\frac{7,2}{98} \cdot 80 = 5,8 \text{ g NaOH}$$

Însă cum 10 g NaOH se găsesc în 100 g soluție, cele 5,8 g se vor găsi în :

$$\frac{5,8}{10} \cdot 100 = 58 \text{ g soluție.}$$

Sînt necesare deci, pentru neutralizare, 58 g soluție NaOH 10%.

- 123.** Pentru a doza soluția unui acid monobazic se folosește o soluție de hidroxid de sodiu conținînd 0,75 moli la litru. Se constată că pentru a neutraliza 15 cm³ de soluție acidă sînt necesari 40 cm³ de soluție bazică. Care este concentrația în moli la litru a soluției acide?

Deoarece se folosește un acid monobazic, 1 mol de acid va reacționa cu 1 mol de bază.

Cum volumele ce au reacționat sînt diferite, înseamnă că și molaritățile sînt diferite, dar raporturile lor sînt invers proporționale :

$$\frac{V(\text{acid})}{V(\text{bază})} = \frac{\text{molaritatea bazei}}{\text{molaritatea acidului}}$$

Rezultă :

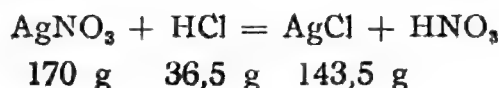
$$\frac{15}{40} = \frac{0,75}{x}$$

$$x = \frac{40 \cdot 0,75}{15} = 2 \text{ moli/l.}$$

- 124.** Adăugînd la 100 cm³ soluție de azotat de argint, 7,3 cm³ de soluție acid clorhidric care cuprinde 50 g acid la litru, se precipită tot argintul sub formă de clorură. Se cere :

- Care este masa clorurii de argint precipitată?
- Care este masa de azotat de argint conținută într-un litru de soluție?
- Dacă masa acidului conținut în cei 7,3 cm³ de soluție acid clorhidric este în stare gazoasă, ce volum ar ocupa în condiții normale?

Reacția de neutralizare :



În 1 000 cm³ soluție se găsesc 50 g HCl, în cei 7,3 cm³ se vor găsi :

$$\frac{7,3 \cdot 50}{1\,000} = 0,365 \text{ g HCl.}$$

a) Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (170 g) AgNO_3 reacționează cu 1 mol (36,5 g) HCl și rezultă un mol (143,5 g) AgCl . Clorura precipitată de cele 0,365 g HCl va fi:

$$\frac{0,365}{36,5} \cdot 143,5 = 1,435 \text{ g}$$

b) Se poate scrie:

$$V_{\text{AgNO}_3} \cdot C_{\text{AgNO}_3} = V_{\text{HCl}} \cdot C_{\text{HCl}} \quad (1)$$

Dacă soluția de HCl ar conține 36,5 g/l ar avea o concentrație normală n . Conținând însă 50 g HCl/l , are concentrația:

$$C_{\text{HCl}} = \frac{50}{36,5} = 1,37 \text{ } n$$

Conform cu relația (1) obținem:

$$100 \cdot C_{\text{AgNO}_3} = 7,3 \cdot 1,37$$

$$C_{\text{AgNO}_3} = \frac{7,3 \cdot 1,37}{100} = 0,1 \text{ } n.$$

Deoarece la concentrația AgNO_3 1 n corespunde 170 g AgNO_3 , la o soluție AgNO_3 0,1 n vom avea:

$$\frac{0,1 \cdot 170}{1} = 17 \text{ g/l } \text{AgNO}_3.$$

c) În condiții normale 1 mol de gaz ocupă 22,4 l. Deci 36,5 g HCl ocupă 22,4 l. Cele 0,365 g HCl vor ocupa volumul:

$$\frac{0,365}{36,5} \cdot 22,4 = 0,224 \text{ l.}$$

125. Cîte grame de acid sulfuric 100% sînt necesare pentru a se obține 200 cm^3 soluție molară? Dar 500 cm^3 soluție normală?

a) La 1 000 cm^3 soluție molară H_2SO_4 corespund 98 g H_2SO_4 . Pentru 200 cm^3 soluție molară sînt necesari:

$$\frac{200}{1\,000} \cdot 98 = 19,6 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4.$$

Cum avem H_2SO_4 100%, vor trebui 19,6 g H_2SO_4 .

b) O soluție normală H_2SO_4 conține $\frac{98}{2}$ g H_2SO_4 la 1 l.

Pentru 500 cm^3 soluție normală vor fi necesari:

$$\frac{98}{2} \cdot 0,5 = 24,5 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4.$$

126. Câți cm^3 soluție de acid clorhidric 26,2 % cu densitatea $1,13 \text{ g/cm}^3$ sînt necesari pentru prepararea a 3 l soluție 0,2 m?

Pentru 1 l soluție 1 m sînt necesare 36,5 g HCl, iar pentru 1 l soluție 0,2 m : 36,5 · 0,2 g HCl.

Ca să obținem 3 l soluție 0,2 m ne trebuie $36,5 \cdot 0,2 \cdot 3 \text{ g HCl}$. Cum soluția inițială are 26,2 g HCl la 100 g soluție, vor fi necesare :

$$\frac{36,5 \cdot 0,2 \cdot 3 \cdot 100}{26,2} = 83,58 \text{ g soluție.}$$

Știm că $V = \frac{m}{\rho}$, rezultă :

$$\frac{83,58}{1,13} = 73,9 \text{ cm}^3 \text{ soluție HCl } 26,2\%.$$

127. Formula unei substanțe neionizate dedusă din rezultatele analizei este $(\text{C}_3\text{H}_3\text{O})_n$, n fiind un număr întreg, ceea ce corespunde masei moleculare 55 n.

Dizolvînd 10 g din această substanță în 100 g de apă, se ridică temperatura de fierbere cu $0,44^\circ\text{C}$. Să se determine masa moleculară.

$$K_e = 0,52^\circ$$

Aplicăm legea referitoare la ebullioscopie (legea Raoult) :

$$\Delta t = K \frac{1000}{M} c \text{ sau } M = K \frac{1000}{\Delta t} c$$

unde concentrația c este raportul dintre masa m , a corpului dizolvat și masa m_d de solvent lichid.

$$c = \frac{m_s}{m_d}.$$

În cazul problemei $c = \frac{10}{100} = 0,10$, iar $\Delta t = 0,44^\circ$.

De unde

$$M = \frac{0,52 \cdot 1000 \cdot 0,10}{0,44} = 118.$$

Masa moleculară a substanței este un multiplu de 55 și apropiat de 118, adică :

$$55 \cdot 2 = 110; \quad M^* = 110.$$

Formula substanței este deci : $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$.

* Diferența de la 118 la 110 provine din faptul că ebullioscopia comportă erori experimentale și ea dă numai valoarea aproximativă a masei moleculare.

128. Prin analiză se obține pentru glucoză formula $(\text{CH}_2\text{O})_n$, ceea ce corespunde masei moleculare 30 n.

Pe de altă parte, pentru o soluție de 2 g glucoză în 100 g apă, depresiunea punctului de topire al soluției este $0,2^\circ$. Să se găsească masa moleculară exactă a glucozei și formula sa.

Constanta crioscopică: $K_c = 1,87^\circ$.

Folosind formula din crioscopie:

$$M = K_c \frac{1000}{\Delta t} c \text{ unde } c = \frac{2}{100} = 0,02, \text{ iar } \Delta t = 0,2^\circ,$$

se obține:

$$M = \frac{1,87 \cdot 1000 \cdot 0,02}{0,2} = 187.$$

Masa moleculară a glucozei este multiplu de 30 și cel mai aproape de 187 adică:

$$30 \cdot 6 = 180, \text{ deci } M = 180.$$

Formula moleculară a glucozei este: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

129. Să se calculeze depresiunea molară a punctului de topire sau constanta crioscopică K_c a benzenului, știind că o soluție de 1 g sulfură de carbon în 100 g de benzen, produce o coborîre a temperaturii de $0,65^\circ$.

M — masa moleculară a sulfurii de carbon 76,1; $\Delta t = 0,65^\circ$; $c = \frac{1}{100} = 0,01$.

Constanta crioscopică se obține din formula:

$$K_c = \frac{M \cdot \Delta t}{1000 \cdot c}; \quad K_c = \frac{76,1 \cdot 0,65}{1000 \cdot 0,01} = 4,95^\circ$$

130. Cu cât va crește punctul de fierbere al unei soluții care conține 6,36 g sulf octoatomic în 80 g sulfură de carbon?

Constanta ebullioscopică a sulfurii de carbon $K_e = 2,37^\circ$.

Înlocuind în formula:

$$\Delta t = K_e \frac{1000}{M} c$$

M — masa moleculară a sulfurii 32 · 8 = 256; c — concentrația $\frac{6,36}{80} = 0,079$ se obține:

$$\Delta t = \frac{2,37 \cdot 1000 \cdot 0,079}{256} = 0,73^\circ.$$

131. Ce concentrație procentuală are o soluție obținută prin dizolvarea a 12,5 g clorură de sodiu în 120 g apă?

Răspuns: 9,43%



132. O soluție conținând 397,3 g hidroxid de potasiu la litru are densitatea 1,295 g/cm³. Care este compoziția în procente?

Răspuns : 30,7%

133. O soluție conținând 246 g amoniac la litru are densitatea 0,90 g/cm³. Se cere compoziția procentuală a soluției.

Răspuns : 27,3%

134. Se amestecă 160 g soluție sulfat de sodiu 8% cu 40 g soluție sulfat de sodiu 32,6%. Să se determine compoziția procentuală a soluției rezultate.

Răspuns : 12,92%

135. Cîte grame de carbonat de sodiu sînt necesare pentru a obține 1 l de soluție cu concentrația 16%, a cărei densitate este 1,17 g/cm³?

Răspuns : 187,5 g Na₂CO₃

136. Cîte grame de apă trebuie să adăugăm la 100 cm³ de soluție acid sulfuric 30,2% cu densitatea 1,22 g/cm³ pentru a obține o soluție de 20,08%?

Răspuns : 61,4 g H₂O

137. Cîte grame soluție de hidroxid de sodiu 20% sînt necesare pentru neutralizarea a 100 g soluție acid sulfuric 7%?

Răspuns : 28,5 g NaOH 20%

138. Pentru a doza soluția unui acid bibazic se folosește o soluție de hidroxid de sodiu 0,5 moli la litru. Se constată că pentru a neutraliza 5 cm³ de soluție acidă sînt necesari 30 cm³ de soluție bazică. Care este concentrația în moli la litru a soluției acide?

Răspuns : 3 moli/l

139. La 50 cm³ soluție de clorură de bariu se adaugă 100 cm³ de soluție acid sulfuric care conține 13,83 g acid la litru și se precipită sulfatul de bariu. Admițînd că reacția este totală să se determine :

- a) masa sulfatului de bariu precipitat;
- b) masa clorurii de bariu conținută în 1 l de soluție;
- c) molaritatea soluției de clorură de bariu.

Răspuns : a) 13,29 g BaSO₄;

b) 58,64 g/l BaCl₂;

c) 0,28 m

140. Se diluează la 100 cm³ 2 g acid clorhidric 36%. Cîți cm³ soluție 0,1 n de hidroxid de sodiu sînt necesari pentru a neutraliza 20 cm³ din acidul diluat.

Răspuns : 40 cm³ NaOH 0,1 n

141. Cîte grame de hidroxid de sodiu sînt necesare pentru a se obține 300 cm³ soluție molară? Dar 2 l de soluție normală?

Răspuns : 12 g NaOH ; 80 g NaOH

142. Cîți cm³ soluție acid sulfuric 16% cu densitatea 1,11 g/cm³ sînt necesari pentru a prepara 1 l soluție de acid n/2? Dar o soluție 0,1 m?

Răspuns : 138 cm³ H₂SO₄ 16% ; 55,1 cm³ H₂SO₄ 16%

143. O soluție ce conține 0,514 g substanță în 50 g apă dă o depresiune a punctului de topire de 0,312°. Să se determine masa moleculară a substanței dizolvate.

Răspuns : 60

144. O soluție cu un conținut de 1 g eter (M = 74) în 100 g acid acetic dă o depresiune a punctului de topire de 0,527°. Pe de altă parte o soluție ce conține 4 g din altă substanță în 100 g acid acetic dă o depresiune de 1,592°. Să se calculeze masa moleculară a celei de-a doua substanță.

Răspuns : 98

145. Să se calculeze constanta ebullioscopică a cloroformului știind că o soluție de 0,30 g antracen (M = 178) în 5 g cloroform prezintă o urcare a punctului de fierbere, față de cloroform pur, de 1,22°.

Răspuns : K_b = 3,64°

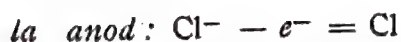
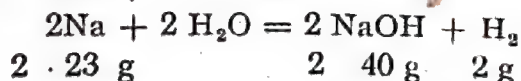
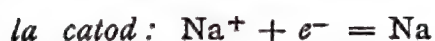
146. Cu cît va crește punctul de fierbere al unei soluții care conține 4,15 g fosfor tetraatomic în 100 g sulfură de carbon? Constanta ebullioscopică a sulfurii de carbon : K_b = 2,37°

Răspuns : 0,8°

IX. Halogenii

147. La electroliza unei soluții apoase de clorură de sodiu s-au obținut 36 kg hidroxid de sodiu. Ce alte produse au rezultat și în ce cantitate?

La electroliza soluției apoase de NaCl au loc reacțiile :



Se obține în același timp clor, hidrogen și hidroxid de sodiu. (În cazul când spațiul anodic este despărțit de cel catodic, printr-o diafragmă.)

Din ecuațiile reacțiilor rezultă :

a) Atunci când se formează 2 moli (2 · 40 g) NaOH se obțin și 2 moli (2 g) H₂. La obținerea a 36 kg NaOH corespund deci :

$$\frac{36 \cdot 2}{2 \cdot 40} = 0,9 \text{ kg H}_2$$

b) Cum 1 mol (40 g) NaOH se obține din 1 mol (23 g) Na, pentru a rezulta 36 kg NaOH sînt necesare :

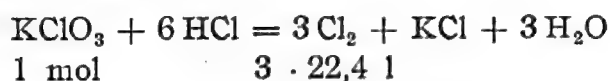
$$\frac{36 \cdot 23}{40} = 20,7 \text{ kg Na.}$$

c) La 1 mol (23 g) sodiu corespunde 1 mol (35,5 g) de atomi de clor. Obținîndu-se 20,7 kg Na rezultă și :

$$\frac{20,7 \cdot 35,50}{23} = 31,95 \text{ kg Cl}_2.$$

148. Să se determine numărul de moli de clorat de potasiu necesari pentru ca prin reacție cu acidul clorhidric să rezulte 200 l clor măsurați la presiunea 768 mm Hg și la 25°C.

Reacția care are loc este :



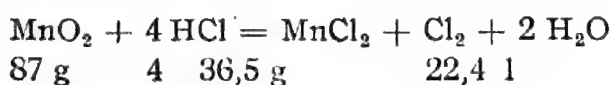
Clorul ocupă, în condiții normale, volumul V_0 pe care-l calculăm cu ajutorul formulei :

$$\begin{aligned} pV &= p_0 V_0 (1 + \alpha t) \text{ de unde} \\ V_0 &= \frac{pV}{p_0 (1 + \alpha t)} = \frac{768 \cdot 200}{760 \cdot \left(1 + \frac{1}{273} \cdot 25\right)} = 88,8 \text{ l Cl}_2. \end{aligned}$$

Din ecuația reacției rezultă că 3 moli (3 · 22,4 l) Cl₂ se obțin dintr-un mol de KClO₃, atunci 88,8 l Cl₂ rezultă din :

$$\frac{88,8 \cdot 1}{3 \cdot 22,4} = 1,3 \text{ moli KClO}_3.$$

149. Ce cantitate de acid clorhidric de concentrație 38% este necesară pentru a reacționa total cu 100 g bioxid de mangan? Care este volumul clorului care se dezvoltă în condiții normale?



Cum 87 g MnO_2 reacționează cu $4 \cdot 36,5$ HCl, pentru 100 g MnO_2 vor fi necesare :

$$\frac{100 \cdot 4 \cdot 36,5}{87} = 167 \text{ g HCl}$$

Deoarece în 100 g soluție HCl se găsesc 38 g HCl, cele 167 g HCl necesare se vor găsi în :

$$\frac{167 \cdot 100}{38} = 439 \text{ g soluție HCl } 38\%.$$

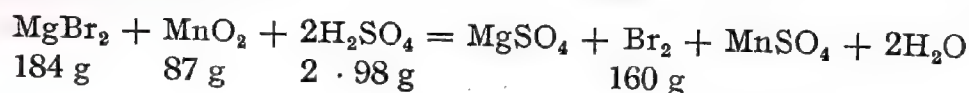
Din ecuația reacției rezultă că folosind 87 g MnO_2 se obțin 22,4 l Cl_2 . La 100 g MnO_2 corespund :

$$\frac{100 \cdot 22,4}{87} = 25,7 \text{ l } \text{Cl}_2.$$

150. O soluție care conține 0,3% bromură de magneziu este tratată cu piroluzită și cu acid sulfuric de 53° Bé. Calculați pentru tona tratată :

- masa bromului obținut, dacă se produce în cursul operațiilor o pierdere de 2,5% ;
- masa de piroluzită, întrebuințată dacă ea conține 87,5% bioxid de mangan ;
- masa de acid sulfuric de 53° Bé folosită în reacție, fiind necesar un exces de 5%. (Acidul sulfuric de 53° Bé conține 66,7% acid și 33,3% apă.)

Are loc reacția :



Dacă 0,3 kg MgBr_2 se găsesc în 100 kg soluție, într-o tonă vor fi :

$$\frac{0,3 \cdot 1000}{100} = 3 \text{ kg } \text{MgBr}_2.$$

a) Cum din 1 mol (184 g) MgBr_2 se obține 1 mol (160 g) Br_2 , din cele 3 kg MgBr_2 rezultă :

$$\frac{3 \cdot 160}{184} = 2,6 \text{ kg } \text{Br}_2.$$

Ținând seama că pierderile sînt 2,5%, la 2,6 kg Br_2 vor fi :

$$\frac{2,6 \cdot 2,5}{100} = 0,065 \text{ kg.}$$

Bromul obținut : $2,6 - 0,065 = 2,535 \text{ kg.}$

b) Din ecuația reacției se vede că pentru 1 mol (160 g) brom corespunde 1 mol (87 g) MnO_2 . Cele 2,535 kg Br_2 se vor obține din :

$$\frac{2,535 \cdot 87}{160} = 1,4 \text{ kg } \text{MnO}_2.$$

Dacă 87,5 kg MnO_2 sînt conținute în 100 kg minereu, 1,4 kg MnO_2 se vor găsi în :

$$\frac{1,4}{87,5} \cdot 100 = 1,6 \text{ kg piroluzită.}$$

c) Din ecuația reacției rezultă că pentru a se obține 1 mol (160 g) Br_2 sînt necesari 2 moli (2 · 98 g) H_2SO_4 . Pentru obținerea a 2,6 kg Br_2 vor trebui :

$$\frac{2,6}{160} \cdot 196 = 3,18 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4.$$

Excesul de 5% reprezintă :

$$\frac{3,18 \cdot 5}{100} = 0,16 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4$$

H_2SO_4 folosit în reacție este :

$$3,18 + 0,16 = 3,34 \text{ kg.}$$

Ținînd seama că se folosește H_2SO_4 de concentrație 66,7%, cantitatea de soluție necesară este :

$$\frac{3,34 \cdot 100}{66,7} = 5 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ de concentrație } 66,7\%$$

151. Prin 200 cm^3 soluție de iodură de potasiu cu concentrația 10% și densitatea 1,08 g/cm^3 se trece clor gazos. Care este volumul clorului măsurat în condiții normale necesar, pentru a pune în libertate din iodură tot iodul?

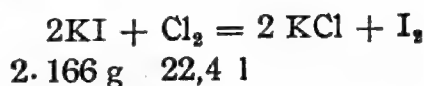
Masa soluției de iodură de potasiu este :

$$m = V \cdot \rho = 200 \cdot 1,08 = 216 \text{ g}$$

Dacă 100 g soluție KI conțin 10 g KI, în 216 g soluție se vor găsi :

$$\frac{216 \cdot 10}{100} = 21,6 \text{ g KI.}$$

Din ecuația reacției care are loc :

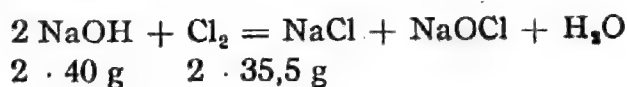


reiese că 2 moli (2 · 166 g) KI reacționează cu 1 mol (22,4 l) Cl_2 . Cele 21,6 g KI vor intra în reacție cu :

$$\frac{21,6 \cdot 22,4}{332} = 1,45 \text{ l } \text{Cl}_2.$$

152. Să se calculeze cît clor, în grame și în litri la 765 mm Hg și 25° sînt necesari pentru a transforma 2 kg soluție hidroxid de sodiu 35% în hipoclorit de sodiu.

Reacția care are loc este :



Dacă 100 kg soluție conține 35 kg NaOH, în 2 kg soluție vor fi:

$$\frac{2 \cdot 35}{100} = 0,7 \text{ kg} = 700 \text{ g NaOH.}$$

Din ecuația reacției reiese că 2 moli ($2 \cdot 40 \text{ g}$) NaOH reacționează cu 1 mol ($2 \cdot 35,5 \text{ g}$) Cl_2 , cele 700 g NaOH vor reacționa cu:

$$\frac{700}{2} \cdot \frac{71}{40} = 621,25 \text{ g Cl}_2$$

Cum 1 mol (71 g) Cl_2 ocupă volumul 22,4 l, în condiții normale, 621,25 g clor vor ocupa volumul:

$$\frac{621,25}{71} \cdot 22,4 = 196 \text{ l Cl}_2$$

În condițiile date, volumul ocupat de clor se obține folosind formula:

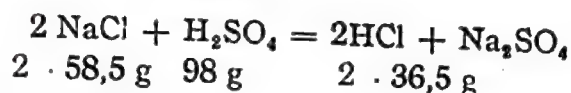
$$pV = \frac{p_0 V_0}{273} (273 + t) \text{ de unde } V = \frac{p_0 V_0}{273p} (273 + t)$$

Înlocuind rezultă:

$$V = \frac{760}{273} \cdot \frac{196}{765} (273 + 25) = 210,7 \text{ l Cl}_2$$

- 153.** Ce cantități de acid sulfuric 93,5% și de clorură de sodiu sînt necesare pentru a prepara 2 kg soluție acid clorhidric de concentrație 20,2%, dacă pierderile în timpul preparării sînt de 2%?

Scriem ecuația chimică a reacției:



Știind că 100 kg soluție HCl conține 20,2 kg HCl, în cele 2 kg soluție HCl pe care trebuie să le obținem vor fi:

$$\frac{20,2 \cdot 2}{100} = 0,404 \text{ kg HCl}$$

Ținînd seama de pierderi, cum la 100 kg pierderile sînt 2 kg, la 0,404 kg vor fi:

$$\frac{0,404 \cdot 2}{100} = 0,008 \text{ kg.}$$

HCl total: $0,404 + 0,008 = 0,412 \text{ kg HCl.}$

Din ecuația reacției se constată că pentru a rezulta 2 moli ($2 \cdot 36,5 \text{ g}$) HCl este necesar 1 mol (98 g) H_2SO_4 . Pentru obținerea a 0,412 kg HCl trebuie:

$$\frac{0,412 \cdot 98}{2 \cdot 36,5} = 0,553 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$$

Deoarece acidul folosit conține 93,5 kg H_2SO_4 la 100 kg soluție, cele 0,553 kg H_2SO_4 necesare preparării HCl se vor găsi în :

$$\frac{0,553 \cdot 100}{93,5} = 0,591 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 66^\circ\text{Bé.}$$

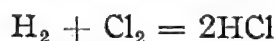
Pentru a afla NaCl necesară observăm din ecuația reacției că 1 mol (36,5 g) HCl se obține din 1 mol (58,5 g) NaCl. Pentru obținerea celor 0,412 kg HCl vor trebui :

$$\frac{0,412 \cdot 58,5}{36,5} = 660,3 \text{ kg NaCl.}$$

154. La fabricarea acidului clorhidric de sinteză se folosesc 22,4 m³ de hidrogen pe oră. Acidul clorhidric obținut se dizolvă în apă astfel că soluția obținută să aibă o concentrație de 36,5%. Se cere :

- cantitatea în kmoli de acid clorhidric fabricat într-o oră ;
- cantitatea de clorură de sodiu folosită la electroliză pentru a obține clorul necesar.

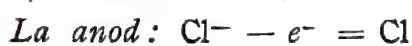
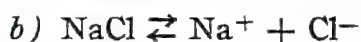
a) Reacția de obținere a HCl prin sinteză, :



Știind că 1 mol H_2 ocupă volumul 22,4 l, cei 22 400 l H_2 folosiți pe oră corespund la :

$$\frac{22\,400 \cdot 1}{22,4} = 1\,000 \text{ moli } \text{H}_2$$

Din ecuația reacției se vede că un mol de H_2 se combină cu un mol de clor și se obțin 2 moli HCl. La reacția a 1 000 moli H_2 cu clorul vor rezulta 2 000 moli HCl = 2 kmoli HCl.



Din ecuația reacției rezultă că pentru obținerea a 1/2 mol Cl_2 este necesar 1 mol NaCl. Pentru cei 1 000 moli Cl_2 trebuie :

$$\frac{1\,000 \cdot 1}{0,5} = 2\,000 \text{ moli NaCl.}$$

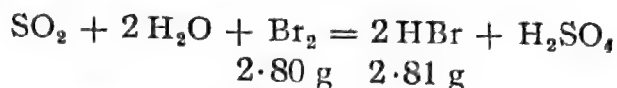
Cum 1 mol NaCl = 58,5 g, cei 2 000 moli NaCl reprezintă :

$$58,5 \cdot 2\,000 = 117\,000 \text{ g} = 117 \text{ kg NaCl.}$$

155. Se prepară 2 kg acid bromhidric de concentrație 48% prin acțiunea anhidridei sulfuroase asupra apei de brom. Arhidrida sulfuroasă este obținută prin combustia sulfurului de puritate 99,2%.

Dacă în cursul preparării se produc pierderi de 1%, ce masă de brom și de sulf se folosește?

Ecuatia reacției chimice este :



Dacă 100 kg soluție HBr conține 48 kg HBr cele 2 kg HBr pe care voim să le preparăm conțin :

$$\frac{2 \cdot 48}{100} = 0,96 \text{ kg HBr}$$

Cum la 100 kg HBr se pierde 1 kg, la 0,96 kg HBr avem pierderea :

$$\frac{0,96 \cdot 1}{100} = 0,0096 \text{ kg}$$

Deci HBr total = $0,96 + 0,0096 = 0,9696 \text{ kg} = 969,6 \text{ g}$

a) Din ecuația reacției reiese că 2 moli ($2 \cdot 81 \text{ g}$) HBr se obțin din 2 moli ($2 \cdot 80 \text{ g}$) Br_2 . Cele 969,6 g HBr rezultă din :

$$\frac{969,6 \cdot 2 \cdot 80}{2 \cdot 81} = 957,6 \text{ g Br}_2$$

b) Așa cum reiese din ecuația chimică, la 2 moli ($2 \cdot 81 \text{ g}$) HBr corespunde 1 mol (32 g) S atomic. Pentru cele 969,6 g HBr vor fi necesare :

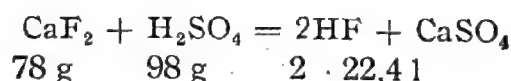
$$\frac{969,6 \cdot 32}{2 \cdot 81} = 191,5 \text{ g S}$$

Ținând seama că 99,2 g S se găsesc în 100 g S impur, cele 191,5 g S se vor găsi în :

$$\frac{191,5 \cdot 100}{99,2} = 193 \text{ g S cu impurități.}$$

156. Ce cantitate de fluorină de 98% puritate este necesară spre a reactiona total cu 200 g soluție acid sulfuric 40%? Ce volum de acid fluorhidric rezultă?

Are loc reacția :



Dacă 100 g soluție conțin 40 g H_2SO_4 , cele 200 g soluție, care reacționează total, conțin 80 g H_2SO_4 .

Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (98 g) H_2SO_4 reacționează cu 1 mol (78 g) CaF_2 , cele 80 g H_2SO_4 vor participa la reacție cu

$$\frac{80 \cdot 78}{98} = 63,6 \text{ g CaF}_2$$

Deoarece puritatea fluorinei este 98% adică 99 g CaF_2 se găsesc în 100 g fluorină, 63,6 g CaF_2 se vor găsi în :

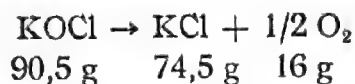
$$\frac{63,6 \cdot 100}{98} = 64,8 \text{ g fluorină.}$$

Pentru a afla volumul de HF rezultat, din ecuația reacției reiese că la 98 g H_2SO_4 corespund 2 · 22,4 l HCl. Cum au reacționat 80 g H_2SO_4 , obținem :

$$\frac{80 \cdot 44,8}{98} = 36,5 \text{ l HF.}$$

157. Se încălzesc 36,2 g hipoclorit de potasiu. Ce produse și în ce cantitate rezultă?

Prin încălzirea KOCl se obține clorură de potasiu și oxigen, conform reacției :



Dacă din 1 mol (90,5 g) KOCl se obține 1 mol (74,5 g) KCl, din 36,2 g KOCl rezultă :

$$\frac{36,2 \cdot 74,5}{90,5} = 29,8 \text{ g KCl.}$$

Cum din 1 mol KOCl rezultă 1/2 mol (16 g) O_2 , din 36,2 g KOCl se vor obține :

$$\frac{36,2 \cdot 16}{90,5} = 6,17 \text{ g O}_2.$$

158. S-au obținut 10,08 m³ de clor, măsurat în condiții normale, prin electroliza unei soluții de clorură de sodiu. Să se calculeze :

a) masa hidroxidului de sodiu rezultat ;

b) masa și volumul hidrogenului degajat la catod, măsurat la 26° și 758 mm Hg.

Răspuns : a) 36 kg NaOH ; b) 0,9 kg H_2 ; 10,32 m³ H_2

159. Să se determine cantitatea de clorat de potasiu necesară ca prin reacție cu acidul clorhidric să rezulte 50 l clor măsurat la 27° și 0,9 atm.

Răspuns : 74,6 g $KClO_3$

160. Ce cantitate de acid clorhidric 24% este necesară pentru a reacționa cu 50 g bioxid de mangan? Dar cu 50 g permanganat de potasiu? Ce volum de clor, la 0° și 1 atm, se obține în cele două cazuri?

Răspuns : 349,5 g HCl 24% ; 416,6 g HCl 24% ; 12,8 l Cl_2 ; 17,7 l Cl_2

161. O soluție care conține 0,3% bromură de argint este tratată cu piroluzită și acid sulfuric 62%. Să se calculeze pentru tona tratată :

a) masa bromului obținut ;

b) masa de piroluzită folosită dacă ea conține 90% bioxid de mangan ;

c) masa de acid sulfuric intrată în reacție.

Răspuns : a) 1,25 kg Br_2 ; b) 779,5 g piroluzită ; c) 255,4 kg H_2SO_4 62%

162. Se folosesc 2,9 l clor, măsurați la 0° și 1 atm, pentru a pune în libertate iodul dintr-o soluție de iodură de potasiu cu concentrația 8%. Să se determine :
- masa de iod obținută ;
 - cantitatea de iodură de potasiu care a participat la reacție.

Răspuns : a) 32,8 g I_2 ; b) 537,5 g KI 8%

163. Câți litri de clor, în condiții normale, sînt necesari pentru a transforma 1 kg soluție de hidroxid de sodiu 37% în hipoclorit de sodiu ?

Răspuns : 103,6 l Cl_2

164. Ce cantitate de acid clorhidric 20% se obține tratînd 500 g clorură de sodiu cu acid sulfuric în exces, dacă randamentul reacției este 94% ?

Răspuns : 1465 g HCl 20%

165. Se prepară 25 kg acid clorhidric 32% prin acțiunea acidului sulfuric de concentrație 92% asupra clorurii de sodiu. Dacă pierderile în timpul preparării sînt 6 % să se calculeze :

- masa clorurii de sodiu necesară ;
- masa acidului sulfuric care a participat la reacție.

Răspuns : a) 13,5 kg NaCl ; b) 12,29 kg H_2SO_4 92%

166. De câți litri în condiții normale, și de cîte grame de acid clorhidric este nevoie pentru a prepara 280 cm³ acid clorhidric 2,4 n ?

Răspuns : 24,505 g HCl ; 15,053 l HCl

167. Câți litri de acid clorhidric la 20° și 748 mm Hg au fost dizolvați în 1 cm³ apă dacă 10 cm³ din acidul diluat care are densitatea 1,125 g/cm³ necesită pentru neutralizare 72,6 cm³ soluție hidroxid de sodiu 1 n ?

Răspuns : 208,58 cm³ HCl

168. Se prepară 1 kg acid bromhidric 60% prin acțiunea bioxidului de sulf asupra apei de brom. Bioxidul de sulf se obține prin combustia sulfurii care conține 1 % impurități. Să se determine masa de brom și sulf ce se folosește.

Răspuns : 592,5 g Br_2 ; 119,7 g S

169. Reacționează 100 g acid sulfuric 60% cu fluorină de puritate 88%. Se cere :
- masa de fluorină necesară ;
 - volumul de acid fluorhidric rezultat, la 0° și 1 atm.

Răspuns : a) 54,5 g CaF_2 ; b) 27,4 l HF

170. Ce produse și în ce cantitate se obțin prin încălzirea la temperatură înaltă a 181 g hipoclorit de potasiu ?

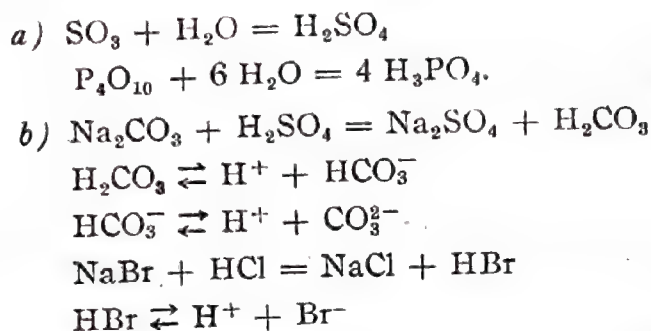
Răspuns : 149 g KCl ; 30,85 g O_2



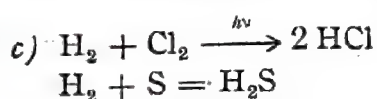
X. Acizi, baze, săruri

171. Să se dea câte două exemple de reacții de obținere a acizilor prin

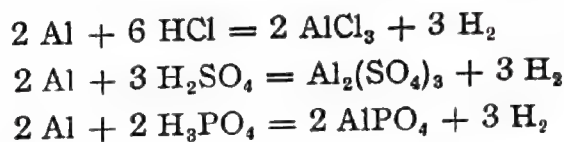
- a) reacția unei anhidride acide cu apă ;
 b) reacția de deplasare a acizilor slabi din sărurile lor prin acizi tari. Să se precizeze și cum disociază acizii obținuți ;
 c) sinteză directă din elemente.



Acizii rezultați sînt forate puțin disociați.



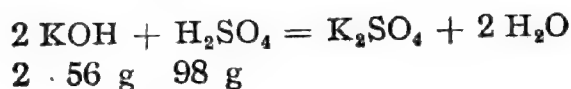
172. Să se scrie ecuațiile reacțiilor dintre aluminiu și un acid monobazic, un acid bi-bazic și un acid tribazic. Câți moli de acid reacționează în fiecare caz, dacă în reacție intră 2 moli de aluminiu. Să se interpreteze rezultatele.



Cu cît crește numărul de protoni din molecula acidului, scade numărul de moli de acid care reacționează cu o cantitate dată de Al.

173. Câți centimetri cubi dintr-o soluție de acid sulfuric de concentrație 28% ($\rho = 1,205 \text{ g/cm}^3$) se vor folosi pentru neutralizarea a 100 cm^3 soluție de hidroxid de potasiu cu concentrație 20% ($\rho = 1,176 \text{ g/cm}^3$) ?

Scriem ecuația reacției de neutralizare:



Masa soluției de KOH este:

$$M = V \cdot \rho = 100 \cdot 1,176 = 117,6 \text{ g}$$

Cum 100 g soluție conțin 20 g KOH, la 117,6 g soluție corespund :

$$\frac{117,6 \cdot 20}{100} = 23,52 \text{ g KOH.}$$

Din ecuația reacției rezultă că 2 moli (2 · 56 g) KOH se neutralizează cu 1 mol (98 g) H₂SO₄ și deci pentru neutralizarea a 23,52 g KOH vor fi necesare:

$$\frac{23,52 \cdot 98}{2 \cdot 56} = 20,58 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

Deoarece 100 g soluție conține 28 g H₂SO₄, cele 20,58 g H₂SO₄ se vor găsi în

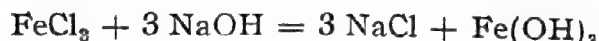
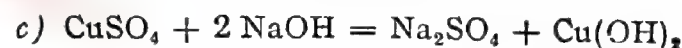
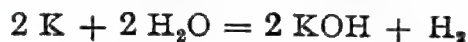
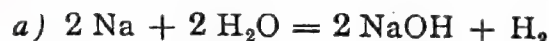
$$\frac{20,58 \cdot 100}{28} = 73,5 \text{ g soluție H}_2\text{SO}_4 \text{ 20\%.}$$

Volumul soluției este :

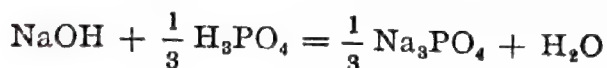
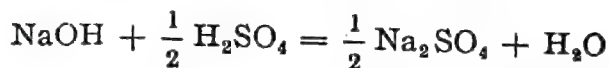
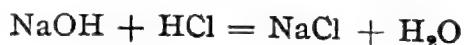
$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{73,5}{1,205} = 61 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ 20\%}.$$

174. Să se dea câte două exemple de reacții de obținere a bazelor prin :

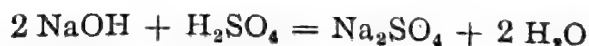
- a) reacția dintre un metal și apă ;
- b) reacția dintre un oxid metalic și apă ;
- c) reacția de deplasare a bazelor slabe din sărurile lor prin baze tari.



175. Să se scrie ecuațiile reacțiilor dintre un mol de bază monoacidă și un acid monobazic, un acid bibazic și un acid tribazic.



176. Ce molaritate are o soluție de hidroxid de sodiu, din care 200 cm³ sînt neutralizați de 196 g soluție acid sulfuric 12,5%?



196 g soluție H_2SO_4 12,5% conține:

$$\frac{196 \cdot 12,5}{100} = 24,5 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4$$

Conform ecuației, 1 mol (98 g) H_2SO_4 neutralizează 2 moli (2 · 40 g) NaOH și deci 24,5 g H_2SO_4 vor neutraliza:

$$\frac{24,5 \cdot 80}{98} = 20 \text{ g NaOH}$$

Cum 200 cm³ soluție conțin 20 g NaOH, 1 000 cm³ soluție vor conține:

$$\frac{1\,000 \cdot 20}{200} = 100 \text{ g NaOH.}$$

Deoarece un mol de hidroxid de sodiu = 40 g NaOH, molaritatea soluției este:

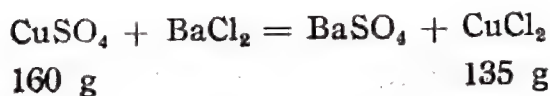
$$\frac{100}{40} = 2,5 \text{ m.}$$

177. Să se dea câte două exemple de obținere a sărurilor prin

- a) reacția dintre un acid și un metal,
- b) reacția dintre un acid și o bază,
- c) reacția dintre un acid și un oxid bazic,
- d) reacția dintre un acid și o sare,
- e) reacția dintre un oxid acid și o bază,
- f) reacția dintre două săruri.

- a) $2 \text{HCl} + \text{Zn} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Mg} = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$
- b) $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca(OH)}_2 = \text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- c) $2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{CaO} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
 $2 \text{HCl} + \text{MgO} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- d) $\text{HCl} + \text{NaNO}_3 = \text{NaCl} + \text{HNO}_3$
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_3$
- e) $\text{CO}_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{SO}_2 + \text{KOH} = \text{KHSO}_3$
- f) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = 2 \text{NaCl} + \text{BaSO}_4$
 $\text{AgNO}_3 + \text{KI} = \text{KNO}_3 + \text{AgI}$

178. Se prepară clorură cuprică prin reacția dintre sulfatul de cupru anhidru și clorura de bariu. Ce cantitate de clorură cuprică se obține din 100 kg sulfat de cupru de puritate 98%, dacă pierderile sînt de 2%?



Conform ecuației reacției din 1 mol (160 g) CuSO_4 se obține 1 mol (135 g) CuCl_2 . Din cele 98 kg CuSO_4 rezultă:

$$\frac{98 \cdot 135}{160} = 82,6 \text{ kg } \text{CuCl}_2.$$

Pierderile sînt:

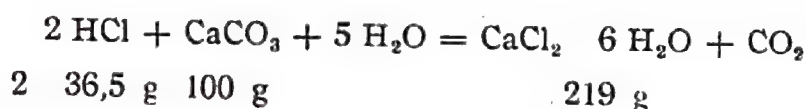
$$\frac{82,6 \cdot 2}{100} = 1,6 \text{ kg}.$$

Cantitatea de CuCl_2 obținută este:

$$82,6 - 1,6 = 81 \text{ kg } \text{CuCl}_2$$

- 179.** *Ce cantitate de carbonat de calciu de puritate 90% și de acid clorhidric de concentrație 36% sînt necesare pentru a obține 300 g clorură de calciu cristalizată cu șase molecule de apă?*

Are loc reacția:



din care rezultă că 1 mol (219 g) $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ provine din 1 mol (100 g) CaCO_3 . Cele 300 g $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ rezultă din:

$$\frac{300 \cdot 100}{219} = 137 \text{ g } \text{CaCO}_3.$$

Ținînd seama că 90 g CaCO_3 se găsesc în 100 g CaCO_3 impur, va fi necesară cantitatea:

$$\frac{137 \cdot 100}{90} = 152,2 \text{ g } \text{CaCO}_3 \text{ de puritate } 90\%.$$

Cum pentru a obține 1 mol (219 g) $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ sînt necesari 2 moli (2 \cdot 36,5 g) HCl , pentru 300 g $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ sînt necesari:

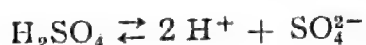
$$\frac{300 \cdot 73}{219} = 100 \text{ g } \text{HCl}$$

Concentrația HCl fiind 36%, rezultă:

$$\frac{100 \cdot 100}{36} = 277 \text{ g soluție } \text{HCl } 36\%.$$

- 180.** *Care sînt produsele eliberate la electrozi prin electroliza unei soluții diluate de acid sulfuric, într-un voltmetru cu electrozi de platină?*

În soluție diluată, H_2SO_4 este disociat în majoritate în ioni:



La catod ioni H^+ primesc electroni și trec în atomi de hidrogen, care se unesc câte doi spre a forma o moleculă de hidrogen H_2 . Această reacție se poate reprezenta astfel:



La anod ioni SO_4^{2-} deși iau parte la transportul curentului electric, nu se descarcă. În locul acestor ioni se descarcă anionul HO^- al apei:



Ionul H^+ al apei, rămas în soluție, formează cu ionul SO_4^{2-} acid sulfuric, în parte ionizat. Cantitatea de H_2SO_4 din soluție rămâne neschimbată.

Deci în cursul electrolizei la catod se degajă hidrogen, iar la anod oxigen.

181. O soluție conținând $3 \cdot 10^{-8}$ moli/l ioni H_3O^+ este acidă sau bazică? Dar dacă ar conține $5 \cdot 10^{-9}$ moli/l ioni HO^- ?

În primul caz, soluția are concentrația ionilor de hidroniu, exprimată în moli la litru, mai mică decât 10^{-7} și este bazică.

În cazul al doilea, ținând seama că produsul între concentrația ionilor de hidroniu și al ionilor hidroxil este o constantă $K = 10^{-14}$, scriem:

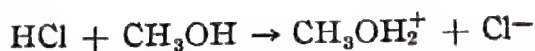
$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-] = 10^{-14} \text{ și cum } [\text{HO}^-] = 5 \cdot 10^{-9}, \text{ rezultă}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-9}} = 0,2 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ moli/l}$$

Concentrația ionilor de hidroniu fiind mai mare de 10^{-7} , soluția apoasă este acidă.

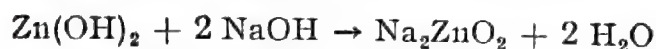
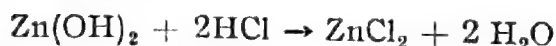
182. Disocierea unui acid în apă dă naștere unui ion hidroniu și unui radical acid. Cum se va prezenta disocierea unui acid în alt solvent decât apa, de exemplu în metanol?

În orice solvent, ionul H^+ nu poate exista independent atât din cauza micimii sale (rază de aproximativ 10^{-13} cm) cât și din cauza câmpului electric enorm din jurul său și sarcinii sale concentrate într-un volum foarte mic — volumul nucleului de hidrogen. El se leagă de o moleculă care are caracter de donator de electroni, cum ar fi apa, alcoolul etc.

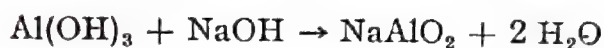
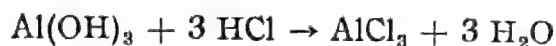


183. Să se scoată în evidență caracterul amfoter al hidroxizilor: $\text{Zn}(\text{OH})_2$ și $\text{Al}(\text{OH})_3$, scriind reacțiile lor cu acizii și cu hidroxizii alcalini.

Acești hidroxizi au caracter amfoter, deoarece reacționează atât cu acizii cît și u hidroxizii alcalini. Ei sînt baze foarte slabe și reacționează cu acizii diluați, dînd săruri, dar au și caracter slab acid, dizolvîndu-se în hidroxizii alcalini.

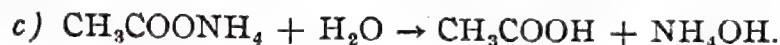
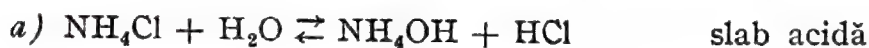


(Na_2ZnO_2 — zincat de sodiu)



(NaAlO_2 — metaaluminat de sodiu.)

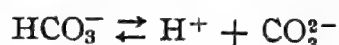
184. Să se scrie ecuațiile reacțiilor de hidroliză a sărurilor provenite: a) de la un acid tare cu o bază slabă, b) acid slab cu bază tare și c) acid slab cu bază slabă. De ce nu hidrolizează sărurile provenite de la acizi tari cu baze tari?



În toate cazurile, în urma hidrolizei se formează unul sau doi produși nedisociați (greu disociabili).

Sărurile provenite din acizi tari cu baze tari ar da prin hidroliză doi produși complet disociați, care reacționează rapid și reformează sarea.

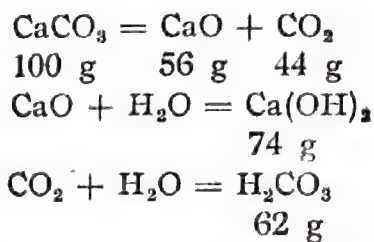
185. Să se scrie sărurile provenite: a) de la un acid monobazic, b) unul bibazic și c) unul tribazic cu un metal monovalent și să se arate cum disociază în soluție.



Na_2HPO_4 și Na_3PO_4 disociază în mod analog cu exemplul anterior.

186. Ce cantități de acid carbonic și hidroxid de calciu se obțin prin dizolvarea în apă a produselor rezultate la descompunerea termică a 500 g carbonat de calciu?

Au loc reacțiile :



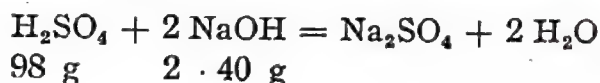
Se observă că la 1 mol (100 g) CaCO_3 corespunde 1 mol (74 g) Ca(OH)_2 și un mol (62 g) H_2CO_3 .

Folosind 500 g CaCO_3 obținem:

$$\frac{500 \cdot 37}{50} = 370 \text{ g Ca(OH)}_2$$

$$\frac{500 \cdot 31}{50} = 310 \text{ g H}_2\text{CO}_3.$$

187. Se adaugă 100 g soluție acid sulfuric 5% la 100 g soluție hidroxid de sodiu 5%. Neutralizarea este completă? Dacă nu, să se arate dacă soluția este acidă sau bazică și să se calculeze cantitatea de component rămas în exces.



Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (98 g) H_2SO_4 corespunde la 2 moli ($2 \cdot 40$ g) NaOH . Pentru cele 5 g H_2SO_4 vor fi necesare pentru neutralizare:

$$\frac{5 \cdot 2 \cdot 40}{98} = 4,1 \text{ g NaOH.}$$

Cum avem 5 g NaOH (100 g soluție 5%) rezultă o cantitate în exces:

$$5 - 4,1 = 0,9 \text{ g NaOH}$$

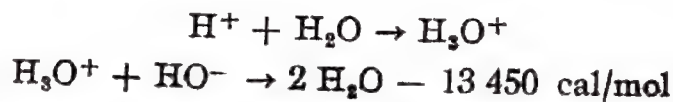
și deci soluția este alcalină.

188. La neutralizarea unui mol de acid clorhidric cu un mol de hidroxid de sodiu se produce un efect termic de $-13\,450 \text{ cal/mol}$ (se cedează căldură).

a) Care este reacția chimică care se produce în soluție apoasă la neutralizare?

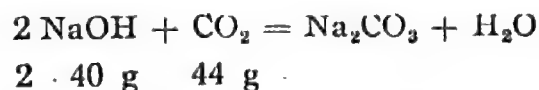
b) Să se arate dacă acest efect termic depinde de natura acidului sau a bazei.

a) Scriem ecuația chimică a reacției referindu-ne numai la ionii care iau parte în reacție:



b) Având în vedere această reacție, efectul termic este același, indiferent de natura acidului tare sau a bazei tari.

189. Soluțiile de hidroxid de sodiu sînt utilizate pentru reținerea bioxidului de carbon dintr-un amestec gazos. Ce cantitate maximă de bioxid de carbon poate fi reținută sub formă de carbonat de sodiu de către 100 g soluție hidroxid de sodiu 10%



100 g soluție NaOH 10% conține 10 g NaOH.

Din ecuația reacției reiese că 2 moli (2 · 40 g) NaOH participă în reacție cu 1 mol (44 g) CO₂, cele 100 g soluție NaOH 10% reacționează cu:

$$\frac{10 \cdot 44}{2 \cdot 40} = 5,5 \text{ g CO}_2.$$

190. Acidul acetic de concentrație 0,1 mol/l în soluție apoasă la 18° este ionizat în proporție de 1,35%; într-o soluție de 0,01 mol/l este ionizat în proporție de 4,2%. Să se calculeze concentrațiile H₃O⁺ și HO⁻ și să se arate în care din cele două soluții concentrația ionilor H₃O⁺ este mai mare.

Ecuația chimică care reprezintă disocierea acidului acetic în soluție apoasă este:



a) Notăm cu α gradul de disociere: $\alpha = 1,35\%$ și cu c concentrația inițială a acidului, $c = 0,1 \text{ mol/l}$.

Rezultă:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha \cdot c = 0,0135 \cdot 0,1 = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Se știe că produsul ionic al apei este:

$$K = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-] = 10^{-14} \text{ mol/l}$$

$$\text{De unde: } [\text{HO}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{1,35 \cdot 10^{-3}} = 0,74 \cdot 10^{-11} \text{ mol/l}$$

$$b) \alpha = 4,2\%; \quad c = 0,01 \text{ mol/l}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha \cdot c = 0,042 \cdot 0,01 = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$[\text{HO}^-] = \frac{10^{-14}}{4,2 \cdot 10^{-4}} = 0,23 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$$

În prima soluție de acid acetic de concentrație 0,1 mol/l concentrația ionilor H₃O⁺ este mai mare.

191. Se neutralizează 25 cm³ de hidroxid de potasiu cu densitatea 1,115 g/cm³ cu 62,65 cm³ acid sulfuric 1 n. Care este concentrația procentuală a soluției de hidroxid de potasiu?

Răspuns: 12,3% KOH

192. Că molaritate are o soluție de hidroxid de calciu din care 82 cm^3 sînt neutralizați de 100 cm^3 soluție acid sulfuric $0,2 \text{ n}$.

Răspuns : $0,11 \text{ n}$.

193. O soluție conținînd $3,5 \cdot 10^{-11} \text{ moli/l}$ ioni hidroniu este acidă sau bazică? Dacă ar conține $6,4 \cdot 10^{-3} \text{ moli/l}$ ioni hidroxil?

Răspuns : În ambele cazuri soluția este bazică

194. Într-o soluție concentrația ionilor hidroxil este $2,9 \cdot 10^{-8} \text{ moli/l}$. Care este concentrația ionilor hidroniu din acea soluție?

Răspuns : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ moli/l}$

195. Se tratează 405 cm^3 soluție hidroxid de sodiu 1 n cu 80 cm^3 soluție de acid sulfuric 5 n . Neutralizarea este completă? Dacă nu, să se arate dacă soluția este acidă sau bazică și să se calculeze cantitatea de component rămas în exces.

Răspuns : soluția este bazică; $0,2 \text{ g NaOH}$

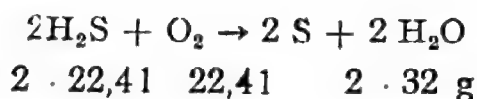
196. Acidul acetic de concentrație $0,05 \text{ moli/l}$ în soluție apoasă la 18° este ionizat în proporție de $1,9\%$; într-o soluție $0,001 \text{ moli/l}$ este ionizat în proporție de 12% . Să se calculeze concentrația ionilor de hidroniu și hidroxil și să se arate în care din cele două soluții concentrația ionilor hidroniu este mai mare.

Răspuns : În prima soluție : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 9,5 \cdot 10^{-4} \text{ moli/l}$;
 $[\text{HO}^-] = 0,105 \cdot 10^{-10} \text{ moli/l}$;

În a doua soluție : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ moli/l}$;
 $[\text{HO}^-] = 0,83 \cdot 10^{-8} \text{ moli/l}$.

XI. Sulfur și compușii săi

197. Să se determine volumul de aer, măsurat în condiții normale, care trebuie amestecat cu $11,2 \text{ l}$ hidrogen sulfurat pentru ca acesta să ardă la sulf elementar. Ce cantitate de sulf se obține?



Din ecuația reacției rezultă că pentru arderea a 2 moli ($2 \cdot 22,4 \text{ l}$) H_2S este necesar 1 mol ($22,4 \text{ l}$) O_2 și rezultă 2 moli ($2 \cdot 32 \text{ g}$) S . Folosind $11,2 \text{ l}$ H_2S , vor fi necesari:

$$\frac{11,2 \cdot 22,4}{2 \cdot 22,4} = 5,6 \text{ l } \text{O}_2.$$

Aerul fiind format în volume, din 21% O_2 și 79% N_2 , pentru ardere vor fi necesari :

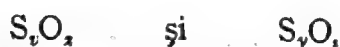
$$\frac{100 \cdot 5,6}{21} = 26,6 \text{ l aer}$$

Cum din 2 moli ($2 \cdot 22,4 \text{ l}$) H_2S rezultă 2 moli ($2 \cdot 32 \text{ g}$) de atomi de S, din 11,2 l H_2S se obțin :

$$\frac{11,2 \cdot 64}{2 \cdot 22,4} = 16 \text{ g S.}$$

198. Sulfur dă cu oxigenul doi compuși binari : unul conținând 50% sulf și 50% oxigen și altul conținând 40% sulf și 60% oxigen. Ce valență are sulfurul în acești compuși?

Formulele compuşilor considerați sînt :



v , x , y , și z fiind numere întregi. Compoziția moleculară a primului compus este :

Sulf : $32 v$

Oxigen : $16 x$

iar a celui de-al doilea :

Sulf : $32 y$

Oxigen : $16 z$

Scriem proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală :

$$\frac{32 v}{50} = \frac{16 x}{50}$$

Dînd lui v valoarea arbitrară 1, valoarea corespunzătoare pentru x este :

$$x = \frac{32 \cdot 50}{50 \cdot 16} = 2.$$

Procedăm analog și pentru determinarea lui y și z

$$\frac{32 y}{40} = \frac{16 z}{60}$$

Pentru $y = 1$ valoarea lui z este :

$$z = \frac{32 \cdot 60}{40 \cdot 16} = 3.$$

Formulele compuşilor sînt respectiv SO_2 și SO_3 .



199. Densitatea vaporilor de sulf în raport cu aerul este 6,65 la 550° și 2,23 la 860°. Câți atomi are molecula de sulf la aceste temperaturi?

Calculăm masa moleculară folosind formula:

$$M = 28,9 \cdot d$$

unde 28,9 este masa moleculară medie a aerului.

Masa moleculară a sulfurului la 500° este:

$$M = 28,9 \cdot 6,65$$

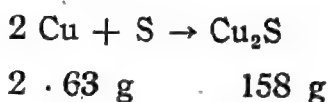
Cum masa atomică a sulfurului este 32, numărul de atomi de sulf din moleculă va fi:

$$\frac{M}{32} = \frac{28,9 \cdot 6,65}{32} = 6.$$

Pentru 860° $M = 28,9 \cdot 2,23$ și numărul de atomi din molecula de sulf este:

$$\frac{28,9 \cdot 2,23}{32} = 2.$$

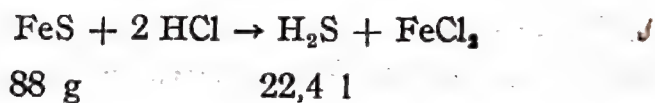
200. Să se calculeze masa sulfurii cuproase care se obține din 12 g cupru care ard în vapori de sulf.



Din ecuația reacției reiese că din 2 moli ($2 \cdot 63 \text{ g}$) Cu prin ardere în vapori de sulf se obține 1 mol (158 g Cu_2S), din cele 12 g Cu rezultă:

$$\frac{12 \cdot 158}{2 \cdot 63} = 15 \text{ g Cu}_2\text{S}.$$

201. Se prepară hidrogen sulfurat prin acțiunea acidului clorhidric asupra sulfurii feroase. Să se calculeze masa de sulfură feroasă necesară obținerii a 8,4 l de hidrogen sulfurat măsurat la 10 atm și temperatura 26°.



Volumul de hidrogen sulfurat măsurat la 0° și 1 atm (în condiții normale) se obține folosind formula:

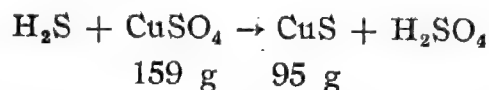
$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p V}{T}$$

$$V_0 = \frac{273 \cdot 10 \cdot 8,4}{1 \cdot 299} = 76,6 \text{ l H}_2\text{S}.$$

Din ecuația reacției rezultă că 22,4 l H_2S se obțin din 88 g FeS . Cei 76,6 l H_2S rezultă din:

$$\frac{76,6 \cdot 88}{22,4} \simeq 301 \text{ g FeS}$$

202. Se trece în exces un curent de hidrogen sulfurat prin 100 cm^3 soluție acidulată cu acid clorhidric de sulfat de cupru, iar precipitatul spălat și uscat cântărește 6 g. Să se calculeze cantitatea de sulfat de cupru din soluție și concentrația soluției exprimată în moli la litru.



Ținând seama că 1 mol (95 g) CuS se obține din 1 mol (159 g) CuSO_4 , cele 6 g CuS au rezultat din:

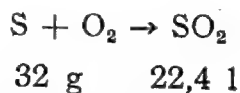
$$\frac{6 \cdot 159}{95} = 10,4 \text{ g CuSO}_4.$$

Deoarece în 100 cm^3 soluție se găsesc 10,4 g CuSO_4 , în 1 000 cm^3 soluție vor fi 104 g CuSO_4 .

Molaritatea soluției (numărul în moli de substanță conținută în 1 l soluție) este:

$$\frac{104}{159} = 0,65 \text{ moli la litru.}$$

203. Într-o cameră ermetic închisă de 6 m lungime, 5 m lățime și 3 m înălțime, conținând aer la 0°C și 760 mm Hg, se arde sulf. Ce cantitate de sulf este necesară pentru a obține o concentrație de bioxid de sulf de 2% în volume?



Volumul pe care-l ocupă SO_2 este 90 m^3 .

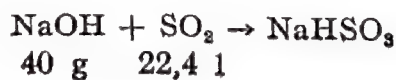
Din ecuația reacției reiese că pentru a se obține 1 mol (22,4 l) SO_2 este necesar 1 mol (32 g) de atomi de S, 90 m^3 SO_2 rezultă din:

$$\frac{90 \cdot 32}{22,4} = 128,6 \text{ kg S.}$$

Cum concentrația este 2%, vor fi necesare

$$128,6 \cdot \frac{2}{100} = 2,57 \text{ kg S.}$$

204. Se trece bioxidul de sulf prin 250 cm^3 soluție de hidroxid de sodiu care conține 40 g hidroxid de sodiu la litru. Ce volum de bioxid de sulf poate absorbi această soluție?



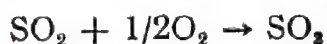
În 250 cm³ soluție NaOH se găsesc :

$$\frac{250 \cdot 40}{1000} = 10 \text{ g NaOH.}$$

Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (40 g) NaOH reacționează cu 1 mol (22,4 l) SO₂. În 250 cm³ soluție găsindu-se 10 g NaOH, ei vor reacționa cu :

$$\frac{10 \cdot 22,4}{40} = 5,6 \text{ l SO}_2.$$

205. Peste un catalizator de platină încălzit se trec 1 000 l gaze, măsurate în condiții normale, care conțin în volume 5,8% bioxid de sulf. Cît acid sulfuric de concentrație 60% se formează prin dizolvarea în apă a gazelor?



$$22,4 \text{ l}$$



$$98 \text{ g}$$

În 1 000 l amestec de gaze se găsesc :

$$\frac{1000 \cdot 5,8}{100} = 58 \text{ l SO}_2.$$

Din ecuațiile reacțiilor rezultă că din 1 mol (22,4 l) SO₂ se obține 1 mol (98 g) H₂SO₄. Din 58 l SO₂ vor rezulta :

$$\frac{58 \cdot 98}{22,4} = 253,7 \text{ g H}_2\text{SO}_4.$$

Prin dizolvarea în apă se obține :

$$\frac{253,7 \cdot 100}{60} = 422,8 \text{ g soluție H}_2\text{SO}_4 \text{ 60\%}.$$

206. Să se calculeze ce masă de anhidridă sulfurică trebuie să adăugăm la 1 kg de acid sulfuric, care conține 98% acid și 2% apă, pentru a obține acid sulfuric pur.

Într-un kg H₂SO₄ de concentrație 98% se găsesc :

$$\frac{98 \cdot 1000}{100} = 980 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ și } 20 \text{ g H}_2\text{O}.$$

Pentru a se obține H₂SO₄ 100% ținem seama de reacția :



$$80 \text{ g} \quad 18 \text{ g}$$

Cum 1 mol (18 g) H₂O reacționează cu 1 mol (80 g) SO₃, pentru 20 g H₂O vor fi necesare :

$$\frac{20 \cdot 80}{18} = 88,8 \text{ g SO}_3.$$



207. Concentrația unei soluții de acid sulfuric exprimată în procente de masă este 40%, iar în procente de volum 480 g acid la litru. Să se calculeze densitatea soluției. Folosim formula :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

unde m este masa soluției, iar V volumul său.

Masa soluției al cărui volum este de 1 litru se obține ținând seama că 40 g H_2SO_4 se găsesc în 100 g soluție și deci cele 480 g acid se vor găsi în :

$$\frac{480}{40} \cdot 100 = 1\,200 \text{ g soluție.}$$

Rezultă :

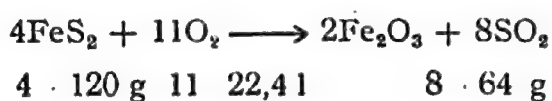
$$\rho = \frac{1\,200}{1\,000} = 1,2 \text{ g/cm}^3.$$

208. Se dă 1 tonă de pirită care conține 85,3% sulfură de fier, 2% apă și 12,7% gangă. Să se calculeze :

- ce cantitate de acid sulfuric de concentrație 98% se obține, știind că pierderile de anhidridă sulfuroasă în cuptor sînt 2% ;
- volumul de aer necesar arderii piritelor.

O tonă de pirită conține $\frac{1000 \cdot 85,3}{100} = 853 \text{ kg } FeS_2$.

- Scriem ecuația reacției de ardere a sulfurii :



Din ecuația reacției reiese că din 120 kg FeS_2 se obțin 2 · 64 kg SO_2 . Din 853 kg FeS_2 vor rezulta :

$$\frac{853 \cdot 2 \cdot 64}{120} = 909,9 \text{ kg } SO_2.$$

Pierderile de 2% reprezintă :

$$909,9 \cdot \frac{2}{100} = 18,2 \text{ kg } SO_2.$$

Cantitatea de anhidridă sulfuroasă care iese din cuptor :

$$909,9 - 18,2 = 891,7 \text{ kg } SO_2$$

Cum la 1 mol (64 g) SO_2 corespunde 1 mol (98 g) H_2SO_4 , din 891,7 kg SO_2 se va obține :

$$\frac{891,7 \cdot 98}{64} = 1365,2 \text{ kg } H_2SO_4$$

Deoarece concentrația acidului sulfuric este de 98%, din 1365,2 kg H_2SO_4 rezultă

$$\frac{100}{98} \cdot 1365,2 = 1393 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 98\%}$$

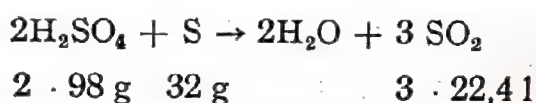
b) Conform ecuației de ardere, pentru 4 kmoli ($4 \cdot 120$ kg) FeS_2 sînt necesari 11 kmoli ($11 \cdot 22,4 \text{ m}^3$) O_2 . Cei 853 kg FeS_2 necesită:

$$\frac{853 \cdot 11 \cdot 22,4}{4 \cdot 120} = 434 \text{ m}^3 \text{ O}_2$$

Aerul fiind format, în volume, din 21% O_2 și 79% N_2 , aerul necesar arderii piritei este:

$$\frac{100 \cdot 434}{21} = 2066,6 \text{ m}^3 \text{ aer}$$

209. Să se calculeze masa de acid sulfuric și masa de sulf necesare preparării a 10 litri de bioxid de sulf, reducînd la cald acidul sulfuric cu sulf.

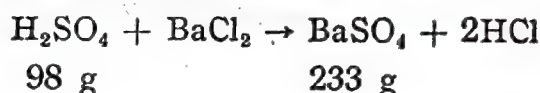


Din ecuația reacției rezultă că pentru obținerea a 3 moli ($3 \cdot 22,4 \text{ l}$) SO_2 sînt necesari 2 moli ($2 \cdot 98 \text{ g}$) H_2SO_4 și 1 mol (32 g) de atomi de S.

Pentru prepararea a 10 l SO_2 vor fi necesare:

$$\frac{10 \cdot 2 \cdot 98}{3 \cdot 22,4} = 29,1 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ și } \frac{10 \cdot 32}{3 \cdot 22,4} = 4,76 \text{ g S}$$

210. În 10 cm^3 soluție de acid sulfuric se adaugă clorură de bariu în exces. Precipitatul alb obținut, spălat și uscat cîntărește 2,33 g. Să se calculeze masa de acid sulfuric conținută într-un litru de soluție.



Pentru obținerea a 1 mol (233 g) BaSO_4 este necesar 1 mol (98 g) H_2SO_4 . Cele 2,33 g necesită:

$$\frac{2,33 \cdot 98}{233} = 0,98 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4.$$

0,98 g H_2SO_4 se găsesc în 10 cm^3 . Un litru de soluție conține 98 g H_2SO_4 .

211. Să se determine volumul de apă în care trebuie să dizolvăm 1 000 g tiosulfat de sodiu cristalizat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, pentru a obține o soluție de concentrație 10%.

Masa moleculară a $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 248$.

Masa moleculară a $\text{H}_2\text{O} = 18$.

Masa de apă conținută în 1 000 g tiosulfat de sodiu cristalizat:

$$\frac{18 \cdot 5 \cdot 1\,000}{248} = 362,9 \text{ g}$$

Masa de tiosulfat de sodiu anhidru conținută în 1 000 g tiosulfat de sodiu hidratat:

$$1\,000 - 362,9 = 637,1 \text{ g.}$$

Volumul de apă în care trebuie să dizolvăm 637,1 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ pentru a obține o soluție de 10%:

$$\frac{90 \cdot 637,1}{10} = 5733,9 \text{ cm}^3$$

Volumul de apă în care trebuie să dizolvăm 1 000 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ pentru a obține o soluție de 10%:

$$5733,9 - 362,9 = 5371 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$$

212. Se poate prepara sulful elementar din bioxid de sulf și hidrogen sulfurat. Ce cantități sînt necesare din ambele gaze, măsurate la 20° și 760 mm Hg, pentru a obține 8 kg sulf?

Răspuns: 2 m³ SO₂; 4 m³ H₂S

213. Se ard 2,5 kg sulf. Să se determine:

- volumul de aer necesar combustiei;
- masa și volumul bioxidului de sulf rezultat.

Gazele sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns: a) 8,75 m³ aer; b) 5 kg SO₂; 1,75 m³ SO₂

214. Să se calculeze masa zincului și a sulfului necesar pentru a se obține 2 moli de sulfură de zinc.

Răspuns: 130 g Zn; 64 g S

215. Asupra a 44 g sulfură feroasă acționează acid clorhidric 22%. Să se determine:

- volumul hidrogenului sulfurat rezultat, măsurat la 0° și 1 atm;
- cantitatea de acid clorhidric 22% care a participat la reacție.

Răspuns: a) 11,2 l H₂S; b) 163,6 cm³ HCl 22%.

216. Ce cantități de sulfură feroasă și acid clorhidric 20% trebuie luate pentru a prepara hidrogenul sulfurat necesar precipitării, dintr-o soluție de sulfurat de cupru acidulată cu acid clorhidric, a 15,9 g sulfat de cupru, sub formă de sulfură de cupru.

Răspuns: 8,8 g FeS; 36,5 cm³ HCl 20%

217. Câți moli de sulf atomic sînt necesari ca prin ardere să se obțină 5 moli de bioxid de sulf? Care este volumul oxigenului care participă la reacție, măsurat în condiții normale?

Răspuns: 5 moli atomi de S; 111 l O₂.

218. Se trece bioxid de sulf prin 250 cm³ soluție care conține 40 g hidroxid de sodiu la litru. Să se determine:

- volumul de bioxid de sulf absorbit, măsurat la 0° și 1 atm;
- numărul de moli de sulfat de sodiu ce se obține.

Răspuns: a) 5,6 l SO₂; b) 0,25 moli NaHSO₃.

219. Un gaz obținut prin prăjirea piritei conține, în volume : 10% bioxid de sulf, 5% oxigen și 85% azot. Se trec 1 000 l din acest gaz măsurat în condiții normale la care se adaugă aerul necesar, prin instalația de oxidare catalitică. Să se calculeze cantitatea de trioxid de sulf rezultată, dacă randamentul este 80%.

Răspuns : 446,2 g SO_3

220. Să se calculeze masa de anhidridă sulfurică ce trebuie s-o adăugăm la 50 kg acid sulfuric 96%, pentru a obține acid sulfuric 98%.

Răspuns : 4,44 kg SO_2

221. Pentru prepararea acidului sulfuric se folosesc 18 l bioxid de sulf măsurați la 30° și 748 mm Hg. Câți litri de acid sulfuric 0,1 n pot fi obținuți în condiții optime?

Răspuns : 14,31 l H_2SO_4 0,1 n

222. Se folosesc pentru prepararea acidului sulfuric 6,8 t de pirită care conține 90,8% sulfură de fier și 9,2% gangă. Să se determine :

a) cantitatea de acid sulfuric 66% care se obține, dacă pierderile de anhidridă sulfuroasă în cuptor sînt 4,2% ;

b) volumul de aer, măsurat la 0° și 1 atm, necesar arderii piritei.

Răspuns : a) 14,5 t H_2SO_4 66% ; b) 15 095 m^3 aer

223. Să se determine câți cm^3 de acid sulfuric 16% cu densitatea 1,11 g/cm^3 sînt necesari pentru prepararea a 4 l de acid sulfuric n/2?

Răspuns : 1103,6 cm^3 H_2SO_4 16%

224. Prin reacția dintre acid sulfuric și carbon, la cald, s-au obținut 33,6 l bioxid de sulf. Să se determine :

a) masa acidului sulfuric și masa carbonului care au participat la reacție ;

b) volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurat în condiții normale.

Răspuns : a) 160,1 g H_2SO_4 , 9,8 g C ; b) 18,29 l CO_2

225. S-au folosit 20 cm^3 de acid sulfuric pentru a precipita în întregime o soluție de clorură de bariu sub formă de sulfat de bariu. Precipitatul obținut, spălat și uscat cîntărește 0,568 g. Ce molaritate avea soluția de acid întrebuințată?

Răspuns : 0,12 moli/l H_2SO_4

XII. Aerul. Azotul și compușii săi

226. Un litru de aer lichid are masa 0,6465 kg. Ce volum ocupă aceeași masă de aer, în condiții normale dacă trece în întregime în stare gazoasă, un litru de aer gazos avînd masa 1,293 g? Să se determine masa moleculară medie a aerului.

Volumul ocupat de 646,5 g aer lichid cînd trece în stare gazoasă, ținînd seama că un litru de aer are masa 1,293 g este :

$$646,5 : 1,293 = 500 \text{ l}$$

Din formula :

$$\rho = \frac{M}{V} \quad \text{rezultă :} \quad M = \rho \cdot V$$

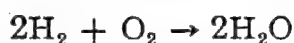
unde M este masa unui mol, V este volumul molar, adică volumul ocupat în condiții normale de 1 mol dintr-un gaz și are valoarea 22,4 l, iar ρ este densitatea aerului în condiții normale, $\rho = 1,293 \text{ g/l}$.

$$M = 1,293 \cdot 22,4 = 28,9$$

227. Care este volumul de aer necesar arderii unui litru de amestec de gaze cu următoarea compoziție în volume : hidrogen 50%; metan 20%; oxid de carbon 20%; bioxiu de carbon 5% și azot 5%?

Din amestec ard numai hidrogenul, metanul și oxidul de carbon și 1 l de amestec conține 0,5 l H_2 , 0,2 l CH_4 și 0,2 l CO .

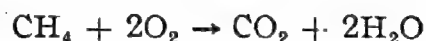
— Ecuația reacției de ardere a hidrogenului :



Deoarece 2 moli (2 · 22,4 l) hidrogen reacționează cu 1 mol (22,4 l) oxigen, trebuie un volum de oxigen pentru a arde două volume de hidrogen.

0,5 litri hidrogen necesită pentru ardere 0,25 litri oxigen

— Ecuația reacției de ardere a metanului :



Pentru că 1 mol (22,4 l) metan reacționează cu 2 moli (2 · 22,4 l) oxigen, sînt necesare două volume de oxigen pentru a arde un volum de metan.

0,2 l metan va necesita 0,4 l oxigen.

— Ecuația de ardere a oxidului de carbon :



Din ecuația rezultă că trebuie un volum de oxigen pentru a arde 2 volume de oxid de carbon.

0,2 l oxid de carbon intră în reacția de ardere cu 0,1 l oxigen

Pentru arderea unui litru de amestec gazos este deci necesar :

$$0,25 + 0,4 + 0,1 = 0,75 \text{ l oxigen.}$$

Cum aerul este format, în volume, din 21% oxigen și 79% azot, pentru ardere vor fi necesari :

$$\frac{100 \cdot 0,75}{21} = 2,571 \text{ l de aer}$$



228. Să se calculeze masa de azot conținută în 100 kg din următoarele îngrășăminte : sulfat de amoniu ; azotat de sodiu ; azotat de calciu și cianamidă de calciu. Masele moleculare a acestor compuși chimici sînt :

$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 132 ; \text{NaNO}_3 = 85 ; \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 164 ; \text{CaCN}_2 = 80$$

— Cum 132 kg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ conțin 28 kg N_2 , în 100 kg se vor găsi :

$$\frac{100 \cdot 28}{132} = 21,2 \text{ kg } \text{N}_2.$$

— 100 kg NaNO_3 conțin :

$$\frac{100 \cdot 14}{85} = 16,4 \text{ kg } \text{N}_2,$$

deoarece la 85 kg NaNO_3 corespund 14 kg azot.

— Pentru $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ vom avea :

$$\frac{100 \cdot 28}{164} = 17 \text{ kg } \text{N}_2.$$

— 100 kg cianamidă de calciu conțin :

$$\frac{100 \cdot 28}{80} = 35 \text{ kg } \text{N}_2.$$

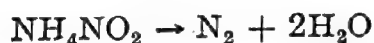
229. Se obține azot prin încălzirea azotitului de sodiu cu clorura de amoniu.

Să se determine :

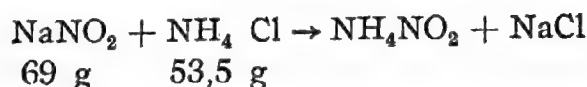
a) în ce proporție trebuie să amestecăm azotitul de sodiu cu clorura de amoniu pentru a obține azot în condiții optime ;

b) volumul de azot degajat dintr-un gram de amestec, măsurat la 18°C și presiunea 767,5 mm Hg.

a) Azotul pur se obține cel mai ușor prin descompunerea termică a azotitului de amoniu



Pentru realizarea acestei reacții se amestecă soluții concentrate de azotit de sodiu și clorură de amoniu.



Din ecuația reacției rezultă că NH_4NO_2 necesar preparării N_2 se poate obține prin participarea la reacție a unui mol (69 g) NaNO_2 cu 1 mol (53,5 g) NH_4Cl .

Cum 69 + 53,5 g amestec conține 69 g NaNO_2 , și 53,5 g NH_4Cl , în 100 g amestec se vor găsi :

$$\frac{100 \cdot 69}{69 + 53,5} = 56,3\% \text{ NaNO}_2$$

$$\frac{100 \cdot 53}{69 + 53,5} = 43,7\% \text{ NH}_4\text{Cl}$$

b) Deoarece din 122,5 g amestec rezultă 22,4 l N_2 , volumul de azot degajat, în condiții normale, dintr-un gram de amestec este :

$$\frac{1 \cdot 22,4}{122,5} = 0,182 \text{ l} = 182 \text{ cm}^3$$

Volumul de N_2 la 18°C și 767,5 mm Hg degajat de 1 g de amestec se obține din :

$$pV = \frac{p_0 V_0}{273} (273 + t)$$

$$V = \frac{760 \cdot 0,182}{767,5 \cdot 273} (273 + 18) = 0,193 \text{ l } N_2 = 193 \text{ cm}^3 N_2$$

230. Într-o butelie cu volumul de 50 l care rezistă la 200 atm se închid 24 kg de azot lichid. Ce se întâmplă dacă butelia este lăsată la presiunea atmosferică și temperatura de 20°C ?

Azotul lichefiat încălzit peste temperatura sa critică, -147° , se evaporă complet, trecând sub formă de gaz și vom putea aplica legile gazelor.

Masa unui mol (28 g) azot ocupă la 0°C și 1 atm 22,4 l. Cele 24 kg N_2 vor ocupa volumul :

$$\frac{24\,000 \cdot 22,4}{28} = 19\,200 \text{ l}$$

Volumul ocupat de N_2 la 20° este:

$$V = V_0(1 + \alpha t)$$

$$V = 19\,200 (1 + 0,0036 \cdot 20) = 20\,582,9 \text{ l } N_2$$

Admițând o comportare de gaz ideal, la o transformare izotermă, legea Boyle-Mariotte ne dă :

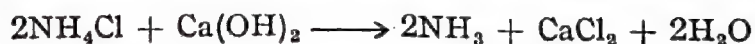
$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad \text{și deci} \quad p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2}$$

Înlocuind obținem

$$p_2 = \frac{1 \cdot 20\,582,9}{50} = 411,6 \text{ atm}$$

Gazul limitat la volumul de 50 l are presiunea de 411,6 atm, care depășește presiunea la care rezistă butelia și deci butelia va exploda.

231. Ce volum de amoniac se poate obține dintr-un kilogram de clorură de amoniu tratat cu hidroxid de calciu? Ce alte produse se obțin și în ce cantități (în moli)?



$$2 \cdot 53,5 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 2 \cdot 22,4 \text{ l}$$

Din ecuația reacției rezultă că la 1 mol (22,4 l) NH_3 corespunde 1 mol (53,5 g) NH_4Cl .

Volumul de NH_3 care se obține din 1 kg NH_4Cl este:

$$\frac{10^3 \cdot 22,4}{53,5} = 418 \text{ l } \text{NH}_3$$

Intrînd în reacție 2 moli ($2 \cdot 53,5 \text{ g}$) NH_4Cl rezultă 1 mol de CaCl_2 și 2 moli H_2O .
Din 1 kg NH_4Cl se vor obține:

$$\frac{1000}{2 \cdot 53,5} = 9,3 \text{ moli } \text{CaCl}_2$$

$$\frac{1000 \cdot 2}{2 \cdot 53,5} = 18,6 \text{ moli } \text{H}_2\text{O}$$

232. Un litru de soluție de amoniac din comerț conține 250 l amoniac gazos. Ce volum de soluție normală de acid clorhidric trebuie să întrebuițăm pentru a neutraliza 10 cm^3 de soluție de amoniac?



$$22,4 \text{ l } \quad 36,5 \text{ g}$$

Cum 1 litru (10^3 cm^3) de soluție conține 250 l ($250 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$) NH_3 gazos, în 10 cm^3 soluție vor fi:

$$\frac{10 \cdot 250 \cdot 10^3}{10^3} = 2500 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$$

Din ecuația reacției de neutralizare rezultă că $22,4 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ sînt neutralizați de $36,5 \text{ g HCl}$, pentru $2500 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$ vor fi necesare:

$$\frac{2500 \cdot 36,5}{22,4 \cdot 10^3} = 4 \text{ g HCl}$$

Cum 1 litru de soluție HCl 1 n conține $36,5 \text{ g HCl}$, cele 4 g se vor găsi în:

$$\frac{10^3 \cdot 4}{36,5} = 109 \text{ cm}^3 \text{ soluție HCl 1 n}$$

233. Ce masă de sulfat neutru de amoniu se poate obține făcînd să fie absorbiți 1000 m^3 , măsurați în condiții normale, de amoniac gazos în acid sulfuric?



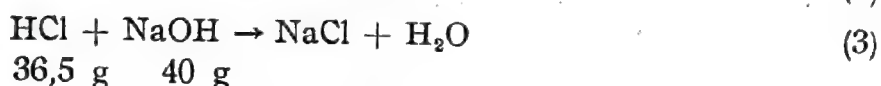
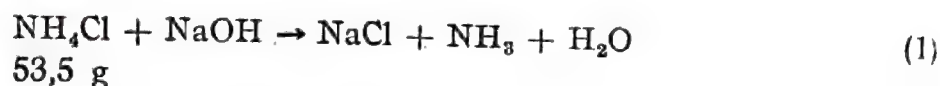
$$2 \quad 22,4 \text{ l} \quad \quad \quad 132 \text{ g}$$

Cum din 2 moli ($2 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$) NH_3 se obține 1 mol (132 g) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, din cei $10^3 \text{ m}^3 \text{ NH}_3$ va rezulta:

$$\frac{10^3 \cdot 132}{2 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3}} = 2,95 \cdot 10^6 \text{ g} = 2950 \text{ kg } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$$

234. Se încălzesc 6,50 g clorură de amoniu impură cu un exces de hidroxid de sodiu și gazul care rezultă se culege în 120 cm³ soluție acid clorhidric 1 n. Excesul de acid clorhidric este neutralizat prin 15 cm³ soluție normală de hidroxid de sodiu. Calculați masa de clorură de amoniu conținută în 100 g clorură de amoniu impură:

Vor avea loc reacțiile:



Deoarece la 1 mol NaOH corespunde 1 mol HCl, rezultă că în reacție s-au consumat:

$$120 - 15 = 105 \text{ cm}^3 \text{ soluție HCl } 1 \text{ n}$$

Cum 1 l soluție HCl 1 n reacționează cu 1 mol (53,5 g) NH₄Cl, cei 0,105 l soluție HCl 1 n au intrat în reacție cu:

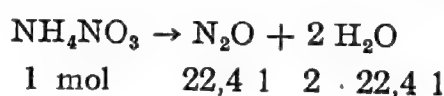
$$\frac{0,105 \cdot 53,5}{1} = 5,8 \text{ g NH}_4\text{Cl}$$

Rezultă că 6,50 g NH₄Cl impură conține 5,8 g NH₄Cl.

Masa de clorură de amoniu din 100 g produs este:

$$\frac{100 \cdot 5,8}{6,5} = 89,2 \text{ g NH}_4\text{Cl}$$

235. Să se calculeze volumul pe care-l ocupă, la 25°C și 765 mm Hg, gazele rezultate prin descompunerea explozivă a 3 moli de azotat de amoniu.



În condiții normale, prin descompunerea explozivă a unui mol NH₄NO₃ se obțin 3 moli (3 · 22,4 l) de amestec gazos. Din 3 moli NH₄NO₃ rezultă:

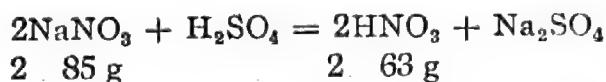
$$\frac{3 \cdot 3 \cdot 22,4}{1} = 201,6 \text{ l amestec gazos}$$

La 25°C și 765 mm Hg acest volum corespunde:

$$V = \frac{p_0 V_0}{p} \left(\frac{273 + t}{273} \right)$$

$$V = \frac{760 \cdot 201,6}{765} \left(\frac{273 + 25}{273} \right) = 218,6 \text{ l}$$

236. Să se calculeze masa de azotat de sodiu necesară ca prin tratare cu acid sulfuric să se obțină 100 cm³ de acid azotic fumans, densitatea acestui acid fiind 1,52 g/cm³.



Masa de acid azotic fumans obținut:

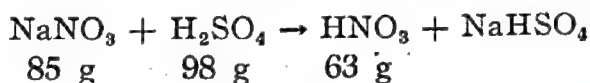
$$m = \rho \cdot V = 1,52 \cdot 100 = 152 \text{ g HNO}_3$$

Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (63 g) HNO₃ se obține din 1 mol (85 g) NaNO₃. Pentru prepararea a 152 g HNO₃ vor fi necesare:

$$\frac{152 \cdot 85}{63} = 205 \text{ g NaNO}_3$$

237. Se prepară acidul azotic prin acțiunea acidului sulfuric asupra azotatului de sodiu. Să se calculeze:

- a) masa de acid azotic de concentrație 94,1% obținut prin acțiunea acidului sulfuric asupra a 200 kg salpetru de Chile cu un conținut de 90% azotat de sodiu, știind că randamentul practic atinge 98% din randamentul teoretic;
b) masa de acid sulfuric de concentrație 78% știind că se tratează salpetru cu un exces de 10% acid sulfuric.



Cantitatea de NaNO₃ conținut în 200 kg salpetru:

$$200 \cdot \frac{90}{100} = 180 \text{ kg NaNO}_3$$

a) Din ecuația reacției reiese că din 1 mol (85 g) NaNO₃ rezultă 1 mol (63 g) HNO₃, atunci din cele 180 kg NaNO₃ se vor obține:

$$\frac{180 \cdot 63}{85} = 133,4 \text{ kg HNO}_3$$

și ținând seama de randament

$$\frac{133,4 \cdot 98}{100} = 130,7 \text{ kg HNO}_3 \text{ } 100\%$$

Cantitatea de HNO₃ 94,1% obținută va fi:

$$\frac{130,7 \cdot 100}{94,1} = 138,8 \text{ kg HNO}_3$$

b) Cum 1 mol (85 g) NaNO₃ reacționează cu 1 mol (98 g) H₂SO₄, cele 180 kg NaNO₃ vor participa la reacție cu:

$$\frac{180 \cdot 98}{85} = 207,5 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$$

Cantitatea de H_2SO_4 78% utilizat în reacție este:

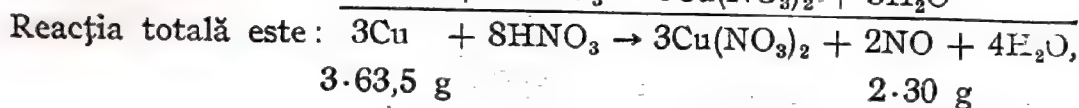
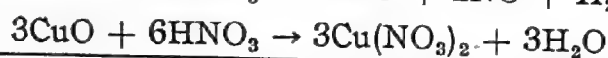
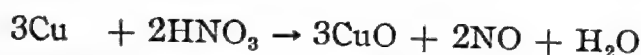
$$207,5 \cdot \frac{100}{78} = 266 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 78\%}$$

Cantitatea de H_2SO_4 78%, considerînd că folosim un exces de 10% este:

$$\frac{110 \cdot 266}{100} = 292,6 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4$$

238. Se tratează 10,6 g cupru cu exces de acid azotic. Admițînd că se formează numai oxidul de azot NO, calculați volumul și masa oxidului astfel obținut.

Reacția decurge în două etape:



$$3 \cdot 63,5 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 2 \cdot 30 \text{ g}$$

sau

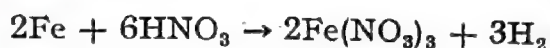
$$2 \cdot 22,4 \text{ l}$$

Din 3 moli ($3 \cdot 63,5 \text{ g}$) Cu se obțin 2 moli ($2 \cdot 30 \text{ g}$) sau ($2 \cdot 22,4 \text{ l}$) NO, din cele 10,6 g Cu vor rezulta:

$$\frac{10,6 \cdot 2 \cdot 30}{3 \cdot 63,5} = 3,33 \text{ g NO}$$

$$\frac{10,6 \cdot 22,4}{3 \cdot 63,5} = 2,5 \text{ l NO}$$

239. Prin acțiunea acidului azotic asupra fierului se obține azotat feric și hidrogen. Să se calculeze masa de fier necesară obținerii a 16,8 l hidrogen.

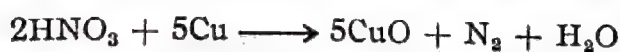


$$2 \quad 56 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 3 \cdot 22,4 \text{ l}$$

Obținerea a 3 moli ($3 \cdot 22,4 \text{ l}$) H_2 necesită 2 moli ($2 \cdot 56 \text{ g}$) Fe. Pentru obținerea a 16,8 l H_2 vor fi necesare:

$$\frac{16,8 \cdot 2 \cdot 56}{3 \cdot 22,4} = 28 \text{ g Fe}$$

240. Cînd se trec vapori de acid azotic peste cupru încălzit la roșu, se formează oxid de cupru, azot și apă. Știînd că se întrebuițează 9,45 g acid azotic, să se calculeze volumul de azot obținut și masa oxidului de cupru format.



$$2 \cdot 63 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 5 \cdot 79,5 \text{ g} \quad 22,4 \text{ l}$$

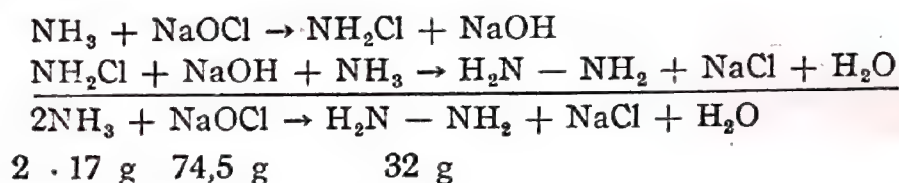
Conform ecuației reacției, reacționând 2 moli ($2 \cdot 63$ g) HNO_3 asupra cuprului, se obține 1 mol (22,4 l) N_2 și 5 moli ($5 \cdot 79,5$ g) CuO . Prin acțiunea a 9,45 g HNO_3 rezultă:

$$\frac{9,45}{2} \cdot \frac{22,4}{63} = 1,68 \text{ l } \text{N}_2$$

$$\frac{9,45}{2} \cdot \frac{5 \cdot 79,5}{63} = 29,8 \text{ g } \text{CuO}$$

241. Ce cantități de amoniac și de hipoclorit de sodiu sînt necesare pentru a se obține 1 kg de hidrazină? Cum hidrazina este unul din combustibilii motoarelor rachetelor să se determine cu cîte kilograme de apă oxigenată trebuie amestecată această cantitate de hidrazină pentru ca ambele reacții să se producă în întregime.

a) Au loc reacțiile:

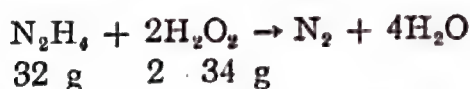


Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (32 g) hidrazină se obține din 2 moli ($2 \cdot 17$ g) amoniac și 1 mol (74,5 g) hipoclorit de sodiu, 1 kg hidrazină se va obține din:

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 17}{32} = 1,06 \text{ kg } \text{NH}_3$$

$$\frac{1 \cdot 74,5}{32} = 2,32 \text{ kg } \text{NaOCl}$$

b) Din reacția:



reiese că 1 mol (32 g) hidrazină reacționează cu 2 moli ($2 \cdot 34$ g) apă oxigenată, și deci 1 kg hidrazină va reacționa în întregime cu:

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 34}{32} = 2,125 \text{ kg } \text{H}_2\text{O}_2$$

242. Știind că 1 l de aer, în condiții normale, are masa 1,293 g, să se calculeze volumul și masa aerului dintr-o cameră cu înălțimea de 5 m și suprafața 18 m².

Răspuns: 90 m³; 117 kg

243. Care este volumul de aer necesar arderii complete a 1 l de metan? Dar a 1 cm³ de benzen? Densitatea benzenului este 0,88 g/cm³?

Răspuns: 10 l; 9,4 l

244. Se obțin 28 l de azot, măsurați în condiții normale, prin descompunerea termică a azotitului de amoniu. Să se calculeze masa de azotit necesar.

Răspuns: 80 g NH_4NO_2

245. Ce cantitate de clorură de amoniu de puritate 90% este necesară pentru a prepara prin tratare cu hidroxid de sodiu 2,5 kg soluție de amoniac 25%.

Răspuns : 2,07 kg NH_4Cl

246. Se absorb în apă 1,115 l de amoniac, măsurați în condiții normale. Câte cm^3 de acid sulfuric 1 n sînt necesari pentru neutralizarea soluției de amoniac, dacă absorbția este completă?

Răspuns : $45,48 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$ 1 n

247. Prin sinteză directă se fabrică 224 m^3 de amoniac. Amoniacul se trece printr-o soluție de acid sulfuric 1 n. Să se calculeze :

- a) volumele de azot și hidrogen necesare ;
b) cantitatea de sulfat de amoniu obținut.

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale.

Răspuns : a) $112 \text{ m}^3 \text{ N}_2$; $336 \text{ m}^3 \text{ H}_2$; b) 660 kg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

248. Ce masă de azotat de sodiu trebuie tratată cu acid sulfuric pentru a obține 1 kg de acid azotic.

Răspuns : 1,35 kg NaNO_3

249. Se prepară industrial 1 t de acid azotic 60% prin oxidarea amoniacului. Să se calculeze :

- a) volumul de amoniac necesar dacă randamentul transformării este 90% ;
b) volumele de azot și hidrogen necesare sintezei amoniacului.

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale

Răspuns : a) 237 m^3 ; b) $118,5 \text{ m}^3 \text{ N}_2$; $355,5 \text{ m}^3 \text{ H}_2$

250. Ce cantitate de acid azotic de concentrație 50% este necesară pentru a prepara un litru de soluție 2n.

Răspuns : 252 g HNO_3 50%

251. Se tratează cupru metalic cu 400 g soluție de acid azotic 12,6%. Se cere :

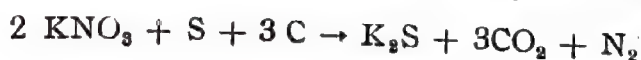
- a) masa cuprului care participă la reacție ;
b) cantitățile de produse care rezultă.

Răspuns : a) 19,5 g Cu ; b) 56,25 g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; 7,2 g H_2O

252. O soluție de acid azotic este neutralizată cu 28,75 cm^3 soluție hidroxid de potasiu n/2. Cîte grame de acid azotic conține soluția?

Răspuns : 0,906 g HNO_3

253. Pulberea neagră (praful de pușcă) este un amestec de azotat de potasiu, cărbune de lemn și sulf. Ce volum de gaz, măsurat în condiții normale, se degajă prin explozia a 1 kg de pulbere, admitînd că arderea corespunde ecuației :



Răspuns : 332 l

XIII. Fosforul și arsenul

254. Densitatea vaporilor de fosfor la 300° , comparativ cu densitatea aerului, este 4,4. Câți atomi conține molecula de fosfor?

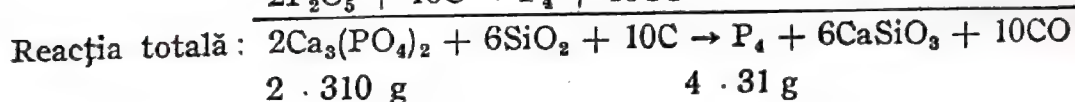
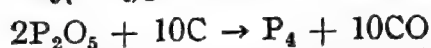
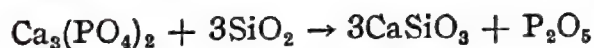
Masa moleculară a fosforului se obține înmulțind densitatea vaporilor săi cu masa moleculară medie a aerului :

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 4,4 = 127,16$$

Știind că masa atomică a fosforului este 31, numărul de atomi din molecula de fosfor este $127,16 : 31 = 4$.

255. Se tratează, în cuptorul electric cu bioxid de siliciu și cărbune o tonă de fosfat care conține 64,5% fosfat tricalcic. Să se calculeze cantitatea de fosfor obținută știind că randamentul este 85%.

Reacția decurge în 2 etape :



Cantitatea de fosfat de calciu care intră în reacție, ținând seama de puritatea fosfatului, este :

$$\frac{1000 \cdot 64,5}{100} = 645 \text{ kg Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

Din ecuația reacției reiese că din 2 moli ($2 \cdot 310 \text{ g}$) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ se obține 1 mol ($4 \cdot 31 \text{ g}$) fosfor (P_4) și deci din 645 kg $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ rezultă :

$$\frac{645 \cdot 124}{2 \cdot 310} = 129 \text{ kg P}_4$$

Dacă randamentul reacției este de 85%, cantitatea de P_4 este :

$$129 \frac{85}{100} = 109,6 \text{ kg P}_4$$

256. Fosforul formează cu oxigenul doi compuși binari. Unul conține 56,3% fosfor și 43,7% oxigen iar altul 43,6% fosfor și 56,4% oxigen. Ce valență are fosforul în acești compuși?

$$\text{P} = 31$$

$$\text{O} = 16$$

Formula compuşilor considerați este :



și



v , x , y și z fiind numere întregi. Compoziția moleculară a primului compus este:

Fosfor: $31 v$
Oxygen: $16 x$

iar celui de-al doilea:

Fosfor: $31 y$
Oxygen $16 z$

Scriem proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală:

$$\frac{31 v}{56,3} = \frac{16 x}{43,7}$$

Dăm lui v valoarea arbitrară 1, valoarea corespunzătoare pentru x este:

$$x = \frac{31 \cdot 43,7}{56,3 \cdot 16} = 1,5.$$

Procedăm analog și pentru determinarea lui y și z .

$$\frac{31 y}{43,6} = \frac{16 z}{56,4}$$

Pentru $y = 1$ valoarea lui z este:

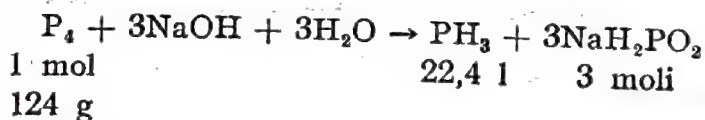
$$z = \frac{31 \cdot 56,4}{43,6 \cdot 16} = 2,5$$

Cum valorile obținute sînt fracționare, înmulțim cu 2 și rezultă că formulele atribuite oxizilor de fosfor sînt P_2O_3 și P_2O_5 . Oxigenul fiind bivalent, fosforul este respectiv trivalent și pentavalent.

Menționăm că în stare de vapori și în soluții în dizolvanți organici acestor oxizi le corespund formulele P_4O_6 și respectiv P_4O_{10} .

257. Să se calculeze masa de fosfor care prin tratare cu hidroxid de sodiu în soluție apoasă să dea 1,5 moli de hipofosfit de sodiu. Ce volum de fosfină se degajă în condiții normale?

Are loc reacția:



Ecuația arată că reacționînd un mol (124 g) P_4 se obțin 3 moli NaH_2PO_2 și 1 mol (22,4 l) fosfină. Masa de fosfor care reacționează pentru a se obține 1,5 moli NaH_2PO_2 este:

$$\frac{1,5 \cdot 124}{3} = 62 \text{ g } P_4$$

Volumul de fosfină care se degajă în condiții normale:

$$\frac{1,5 \cdot 22,4}{3} = 11,2 \text{ l } PH_3$$

258. *Pentaclorura de fosfor se disociază după ecuația :*



Densitatea vaporilor în raport cu aerul, la presiunea normală, determinată la diferite temperaturi este dată în tabelul următor :

Temperaturi	180°	200°	250°
Densitatea vaporilor	5,08	4,99	4,00

Să se determine gradul de disociere la aceste diferite temperaturi și să se precizeze influența temperaturii.

O moleculă de PCl_5 se disociază dând naștere unei molecule de PCl_3 și unei molecule de Cl_2 ; α molecule de PCl_5 se disociază dând naștere la α molecule PCl_3 și la α molecule de Cl_2 .

La echilibru sistemul conține $(1 - \alpha)$ molecule PCl_5 , α molecule de PCl_3 și α molecule de Cl_2 , adică $(1 + \alpha)$ particule.

Calculăm densitatea teoretică a PCl_5 , știind că masa moleculară a PCl_5 este 208,3, iar masa moleculară medie a aerului 28,9.

$$d = \frac{208,3}{28,9} = 7,18$$

Obținem relația între densitatea teoretică și densitatea experimentală, ținând seama că un amestec care este format din $(1 + \alpha)$ moli de gaz ocupă în condiții normale un volum egal cu $22,4 (1 + \alpha) \text{ l}$. Densitatea experimentală a amestecului gazos este deci

$$d_{\text{exp}} = \frac{208,3}{22,4 (1 + \alpha) \cdot 1,293} = \frac{208,3}{28,9 (1 + \alpha)}$$

Dar $\frac{208,3}{28,9}$ este egală tocmai cu densitatea teoretică, deci :

$$d_{\text{exp}} = \frac{d}{1 + \alpha} \quad \text{de unde} \quad \alpha = \frac{d - d_{\text{exp}}}{d_{\text{exp}}}$$

Gradul de disociere la 180° este :

$$\alpha = \frac{7,18 - 5,08}{5,08} = 0,413 \text{ sau } 41,3\%$$

Gradul de disociere la 200° ;

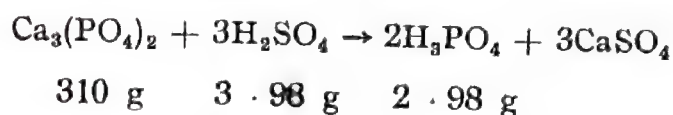
$$\alpha = \frac{7,18 - 4,99}{4,99} = 0,439 \text{ sau } 43,9\%$$

Gradul de disociere la 250° ;

$$\alpha = \frac{7,18 - 4,00}{4,00} = 0,795 \text{ sau } 79,5\%$$

Din rezultatele obținute reiese concluzia că ridicarea temperaturii favorizează disocierea.

259. Ce cantitate de acid sulfuric 78% va intra în reacție cu 100 kg fosfat ce conține 80% fosfat de calciu și cât acid fosforic se obține?



Cantitatea de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ care participă la reacție:

$$100 \cdot \frac{80}{100} = 80 \text{ kg.}$$

Din ecuația reacției rezultă că un mol (310 g) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ reacționează cu 3 moli ($3 \cdot 98 \text{ g}$) H_2SO_4 , 80 kg $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ vor intra în reacție cu:

$$\frac{80 \cdot 3 \cdot 98}{310} = 75,87 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 100\%.$$

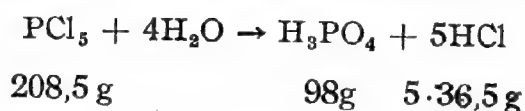
Cantitatea de H_2SO_4 78% care va participa în reacție este:

$$75,87 \cdot \frac{100}{78} = 97,27 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 78\%.$$

Cum din 1 mol (310 g) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ se obțin 2 moli ($2 \cdot 98 \text{ g}$) H_3PO_4 , din 80 kg fosfat rezultă:

$$\frac{80 \cdot 2 \cdot 98}{310} = 50,580 \text{ kg } \text{H}_3\text{PO}_4.$$

260. Ce concentrație procentuală în acid fosforic și acid clorhidric are soluția rezultată prin dizolvarea unui mol de pentaclorură de fosfor în 500 g apă?



Pentru aflarea concentrației procentuale în acid fosforic și în acid clorhidric, ținem seama că ($208,5 + 500$) g soluție conțin 98 g H_3PO_4 și $5 \cdot 36,5 \text{ g}$ HCl .

Rezultă că la 100 g soluție se vor găsi:

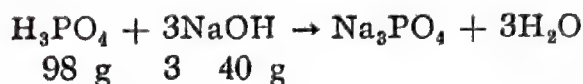
$$\frac{100 \cdot 98}{708,5} = 13,88 \text{ g } \text{H}_3\text{PO}_4.$$

$$\frac{100 \cdot 5 \cdot 36,5}{708,5} = 25,75 \text{ g } \text{HCl}.$$

Deci concentrația procentuală în H_3PO_4 este 13,83%, iar în HCl 25,75%.

261. Se diluează 20,5 g soluție acid fosforic la 1 000 cm³. Se iau 50 cm³ din soluția obținută și se neutralizează cu hidroxid de sodiu n/2 în prezența fenolftaleinei. Se utilizează în acest caz 33,5 cm³. Care este concentrația în procente de masă al soluției de acid inițiale?

Scriem reacția de neutralizare:



Din ecuația reacției rezultă că 3 moli (3 · 40 g) NaOH neutralizează 1 mol (98 g) H₃PO₄. Cei 0,67 g NaOH vor reacționa cu:

$$\frac{0,67 \cdot 98}{3 \cdot 40} = 0,54 \text{ g H}_3\text{PO}_4.$$

0,54 g H₃PO₄ sînt conținute în 50 cm³ soluție neutralizată de 33,5 cm³ soluție NaOH n/2. În 1 000 cm³ soluție vor fi:

$$\frac{1000 \cdot 0,54}{50} = 10,8 \text{ g H}_3\text{PO}_4.$$

Înainte de diluare, 20,5 g de soluție inițială conținea 10,8 g H₃PO₄, ceea ce corespunde pentru 100 g soluție:

$$\frac{10,8}{20,5} \cdot 100 = 52,68 \text{ g, adică } 52,68\%.$$

262. În ce volum de apă trebuie să dizolvăm 250 g fosfat disodic cristalizat pentru a obține o soluție de concentrație 20%?

$$\text{Na} = 23; \quad \text{H} = 1; \quad \text{P} = 31; \quad \text{O} = 16$$

Masa moleculară a Na₂HPO₄ · 12H₂O = 358

Masa moleculară a apei = 18.

Masa de apă conținută în 250 g fosfat disodic hidratat:

$$\frac{12 \cdot 18 \cdot 250}{358} = 150,8 \text{ g H}_2\text{O}.$$

Masa de fosfat disodic anhidru conținută în 250 g fosfat disodic hidratat:

$$250 - 150,8 = 99,2 \text{ g}$$

Volumul de apă în care trebuie să dizolvăm 99,2 g fosfat disodic anhidru pentru a obține o soluție de 20% este:

$$\frac{80 \cdot 99,2}{20} = 396,8 \text{ cm}^3.$$

Volumul de apă în care trebuie să dizolvăm 250 g fosfat disodic hidratat pentru a obține o soluție de 20%:

$$396,8 - 150,8 = 246 \text{ cm}^3$$

263. Arsenul formează cu hidrogenul un compus care conține 96,1% arsen și 3,9% hidrogen. Ce valență are arsenul în acest compus?

$$\text{As} = 75 \qquad \text{H} = 1$$

Formula compusului considerat este:



x și y fiind numere întregi. Compoziția moleculară a compusului este:

$$\text{Arsen : } 75x$$

$$\text{Hidrogen : } y$$

Între compoziția moleculară și cea procentuală există relația:

$$\frac{75x}{96,1} = \frac{y}{3,9}$$

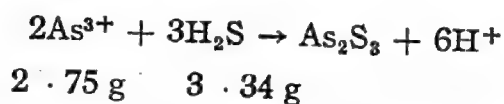
Obținem pentru y , dând lui x valoarea arbitrară 1:

$$y = \frac{75 \cdot 3,9}{96,1} \approx 3$$

Formula atribuită compusului considerat este AsH_3 , arsenul fiind trivalent.

264. Ce cantitate de hidrogen sulfurat este necesară spre a precipita sub formă de sulfură 130,4 g arsen? Să se calculeze masa de sulfură de fier de puritate 82,5% folosită pentru obținerea hidrogenului sulfurat necesar.

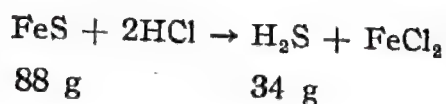
Scriem ecuația reacției de precipitare:



Cum 2 moli (2 · 75 g) de atomi de As sînt precipitați de 3 moli (3 · 34 g) H_2S , pentru precipitarea celor 130,4 g As vor fi necesare:

$$\frac{130,4 \cdot 3 \cdot 34}{2 \cdot 75} = 88,6 \text{ g } \text{H}_2\text{S}.$$

Din reacția:



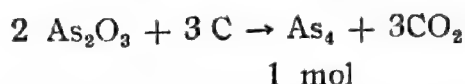
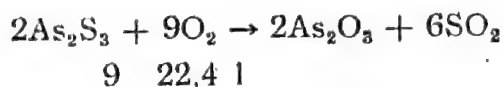
rezultă că pentru a obține 1 mol (34 g) hidrogen sulfurat este necesar 1 mol (88 g) sulfură de fier.

Masa de sulfură de fier 82,5% necesară obținerii a 88,6 g H_2S este:

$$\frac{88,6 \cdot 88 \cdot 100}{34 \cdot 82,5} = 278 \text{ g FeS } 82,5\%.$$

265. Ce volum de aer, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune, este necesar ca prin arderea sulfurii de arsen (auripigment) să se obțină trioxidul de arsen, care redus să dea 5 moli de arsen molecular?

Au loc reacțiile:



Din ecuațiile reacțiilor rezultă că pentru obținerea a 1 mol arsen molecular sînt necesari 9 moli (9·22,4 l) O₂. Oxigenul necesar pentru obținerea a 5 moli As₄ este:

$$5 \cdot 9 \cdot 22,4 = 1008 \text{ l O}_2$$

Ținînd seama că 100 l aer conține 21 l oxigen, aerul necesar este:

$$\frac{100 \cdot 1008}{21} = 4800 \text{ l aer.}$$

266. În cuptorul electric reacționează fosfat tricalcic, ce conține 10% impurități, cu nisip, ce conține 90% bioxid de siliciu, și cu cocs, cu un conținut 25% carbon. Să se calculeze masele substanțelor prime care au fost introduse în cuptor, dacă se obțin 50 kg fosfor.

Răspuns: 277,7 kg Ca₃(PO₄)₂; 161,2 kg nisip; 193,2 kg cocs

267. Cîte grame pentoxid de fosfor se obțin la arderea a 140 g fosfor, dacă pierderile se ridică la 10%?

Răspuns: 288,69 g P₂O₅

268. Se obțin 110 g acid fosforic prin oxidarea fosforului alb cu acid azotic concentrat. Să se calculeze:

a) masa de fosfor necesară:

b) cantitatea de acid azotic 52% care participă la reacție.

Răspuns: a) 34,77 g fosfor; b) 226,7 g HNO₃ 52%.

269. Să se calculeze conținutul procentual al acidului fosforic în hidrogen, fosfor și oxigen.

Răspuns: 3,06% hidrogen; 31,63% fosfor; 65,30% oxigen

270. Pentoxidul de fosfor cu apă multă formează acid fosforic. Să se determine cantitatea de soluție acid fosforic 9,8% care se obține folosind 14 g pentoxid.

Răspuns: 200 g H₃PO₄ 9,8%

271. Se tratează 100 kg fluoroapatită, Ca₅[(PO₄)₃F], cu acid sulfuric. Care este masa de superfosfat obținută și ce cantitate de acid sulfuric 70% este necesară?

Răspuns: 93,3 kg superfosfat; 97,1 kg H₂SO₄ 70%

272. Se neutralizează 28 g soluție de acid fosforic cu 48,6 cm³ hidroxid de potasiu 1 n. Care este concentrația procentuală a soluției de acid fosforic?

Răspuns: 5,67% H₃PO₄

273. Oxidat cu acid azotic diluat, trioxidul de arsen se transformă în acid arsenic. Ce cantitate de acid azotic 30% este necesar pentru a obține 1 mol de acid arsenic?

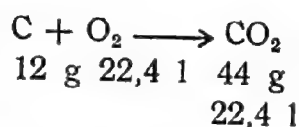
Răspuns: 630 g HNO₃ 30%

274. Să se determine masa de hidrogen sulfurat necesar precipitării a 13,04 g arsen sub formă de sulfură și masa sulfurii de fier 82,5% folosită pentru prepararea hidrogenului sulfurat necesar:

Răspuns: 8,86 g H₂S; 27,7 g FeS.

XIV. Carbonul și siliciul

275. Să se determine volumul de oxigen necesar pentru a arde complet 100 g carbon. Care este masa și volumul de bioxid de carbon obținut? Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune. Are loc reacția:



Pentru a arde 1 mol (12 g) C este necesar 1 mol (22,4 l) O₂. Arzînd 100 g C trebuie:

$$\frac{100 \cdot 22,4}{12} = 187 \text{ l O}_2.$$

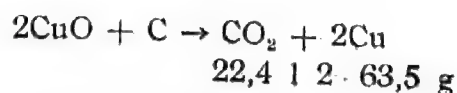
Din ecuația reacției rezultă că din 1 mol (12 g) C se obține 1 mol (44 g) sau 22,4 l CO₂.

Din 100 g C vor rezulta:

$$\frac{100 \cdot 44}{12} = 367 \text{ g CO}_2 \quad \text{sau} \quad \frac{100 \cdot 22,4}{12} = 187 \text{ l CO}_2.$$

276. Reducînd oxidul cupric cu carbon, se obțin 5,60 l de bioxid de carbon. Să se calculeze masa de cupru liberată.

Din ecuația chimică:

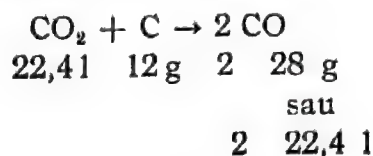


rezultă că la 1 mol (22,4 l) CO₂ corespund 2 moli (2 · 63,5 g) Cu. La 5,6 l CO₂ corespund:

$$\frac{5,6 \cdot 2 \cdot 63,5}{22,4} = 31,75 \text{ g Cu.}$$

277. Ce volum de oxid de carbon se obține reducând cu cărbune 5 l de bioxid de carbon? Să se calculeze masa de oxid de carbon format și masa carbonului care a servit la reducere.

Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.



Ținînd seama că reacționînd 1 mol (22,4 l) CO₂ se obțin 2 moli (2 · 28 g) sau (2 · 22,4 l) CO, din 5 l CO₂ rezultă:

$$\frac{5 \cdot 2 \cdot 22,4}{22,4} = 10 \text{ l CO sau}$$

$$\frac{5 \cdot 2 \cdot 28}{22,4} = 12,5 \text{ g CO.}$$

Cum 1 mol (12 g) C reduce 1 mol (22,4 l) CO₂, masa carbonului care a servit la reducerea a 5 l CO₂ este:

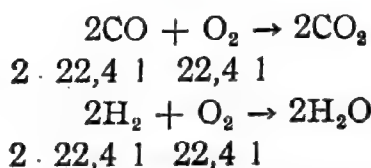
$$\frac{5 \cdot 12}{22,4} = 2,5 \text{ g C.}$$

278. Un gaz de apă are următoarea compoziție în volume: oxid de carbon 27%; hidrogen 12%; bioxid de carbon 6%; azot 55%. Ce volum de aer este necesar pentru arderea a unui litru din acest gaz?

Într-un litru de gaz de apă se află:

$$0,27 \text{ l CO}; \quad 0,12 \text{ l H}_2; \quad 0,06 \text{ l CO}_2 \quad \text{și} \quad 0,55 \text{ l N}_2.$$

Din amestec ard numai oxidul de carbon și hidrogenul.



Pentru arderea a 2 moli (2 · 22,4 l) CO este necesar 1 mol (22,4 l) O₂, arderea a 0,27 l CO vor necesita:

$$\frac{0,27 \cdot 22,4}{2 \cdot 22,4} = 0,135 \text{ l O}_2$$

Cum 1 mol (22,4 l) O₂ participă la reacția de ardere a 2 moli (2 · 22,4 l) hidrogen, pentru arderea a 0,12 l H₂ vor intra în reacție:

$$\frac{0,12 \cdot 22,4}{2 \cdot 22,4} = 0,06 \text{ l O}_2.$$

La arderea unui litru de gaz de apă sînt deci necesari:

$$0,135 + 0,06 = 0,195 \text{ l O}_2$$

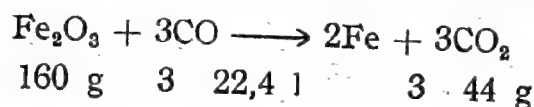
Aerul fiind format în volume din 21% O₂ și 79% N₂, pentru ardere vor fi necesari

$$\frac{100 \cdot 0,195}{21} = 0,928 \text{ l aer.}$$

279. Se reduce oxidul feric cu oxid de carbon. Să se calculeze:

a) volumul minim de oxid de carbon, măsurat la 0° și 1 atm, necesar pentru reducerea a 15 g oxid feric;

b) masa de bioxid de carbon formată în această reacție.



a) Din ecuația reacției rezultă că la reducerea a 1 mol (160 g) Fe₂O₃ sînt necesari 3 moli (3 · 22,4 l) CO.

Pentru reducerea a 15 g Fe₂O₃ vor participa la reacție

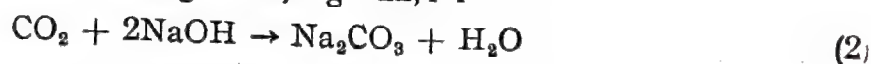
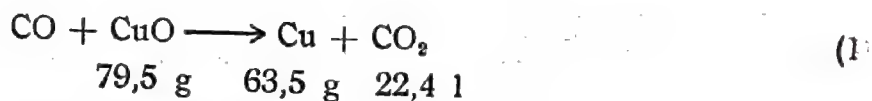
$$\frac{15 \cdot 3 \cdot 22,4}{160} = 6,3 \text{ l C.}$$

b) Cum la reducerea a 1 mol (160 g) Fe₂O₃ rezultă 3 moli (3 · 44 g) CO₂, intrînd în reacție 15 g Fe₂O₃ se obțin:

$$\frac{15 \cdot 3 \cdot 44}{160} = 12,4 \text{ g CO}_2.$$

280. Se trece un curent de oxid de carbon printr-un tub încălzit care conține oxid de cupru. La ieșirea din tub se culeg 0,250 l de gaz, în întregime absorbit de hidroxidul de sodiu. Care este acest gaz? Să se calculeze masa de oxid de cupru care a fost redusă și masa de cupru pusă în libertate.

Au loc reacțiile:



Gazul absorbit în întregime de NaOH este CO₂.

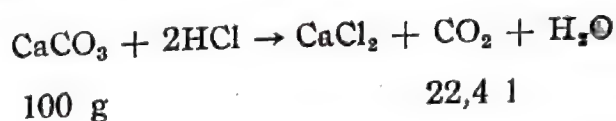
Din ecuația reacției (1) se vede că obținîndu-se 1 mol (22,4 l) CO₂ este necesar 1 mol (79,5 g) CuO și se liberează 1 mol (63,5 g) Cu. La 0,250 l CO₂ corespund:

$$\frac{0,250 \cdot 79,5}{22,4} = 0,89 \text{ g CuO}$$

și

$$\frac{0,250 \cdot 63,5}{22,4} = 0,71 \text{ g Cu.}$$

281. Acționind acidul clorhidric în exces asupra a 2 g calcar se obțin 296 cm³ de bioxid de carbon, măsurați la 0° și 1 atm. Care este proporția de carbonat de calciu conținut în calcarul întrebuintat?



Conform ecuației chimice din 1 mol (100 g) CaCO₃ se obține 1 mol (22,4 · 10³ cm³) CO₂. Cele 296 cm³ CO₂ provin din:

$$\frac{296 \cdot 100}{22,4 \cdot 10^3} = 1,32 \text{ g CaCO}_3.$$

Deoarece 2 g calcar conțin 1,32 g CaCO₃, proporția de CaCO₃ conținut în calcar este:

$$\frac{100 \cdot 1,32}{2} = 66\%.$$

282. Într-un balon de 5 l introducem 10 l de aer, măsurat la presiunea de 1 atm, și 5 l bioxid de carbon, măsurat la presiunea de 10 atm. Să se calculeze presiunea amestecului.

Folosim expresia care dă legea amestecurilor de gaze (legea lui Dalton), când variază simultan și presiunea și volumul:

$$pV = p_1V_1 + p_2V_2, \text{ de unde } p = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{V}.$$

Înlocuind obținem:

$$p = \frac{1 \cdot 10 + 10 \cdot 5}{5} = 12 \text{ atm.}$$

283. Un stingător de incendiu cu volumul de 12 l conține 10 kg bioxid de carbon. Dacă robinetul este deschis la 25° și 1 atm, ce volum de gaz furnizează stingătorul:

La 0° și 1 atm un mol (44 g) CO₂ ocupă volumul 22,4 l.
Cele 10 000 g CO₂ vor ocupa:

$$\frac{10\,000 \cdot 22,4}{44} = 5091 \text{ l}$$

iar la 25°:

$$V = V_0(1 + \alpha t) = 5091 \left(1 + \frac{25}{273}\right) = 5549,2 \text{ l.}$$

Volumul de gaz utilizabil este:

$$5549,2 - 12 = 5537,21 = 5,537 \text{ m}^3$$

284. Un gaz provenind prin distilarea huilei conține: H_2 , CH_4 , CO , CO_2 , C_2H_4 . Se trec 1000 cm^3 din acest gaz, prin barbotare, într-o soluție de hidroxid de potasiu și rămân 980 cm^3 . Aceștia se trec printr-o soluție amoniacală de clorură cuproasă și rămân 900 cm^3 gaz. Se introduc 100 cm^3 din acest rest într-un eudiometru împreună cu 200 cm^3 oxigen. După trecerea unei scînteii rămân 125 cm^3 de gaz, dintre care 60 cm^3 sînt absorbiți de hidroxid de potasiu și restul de fosfor.

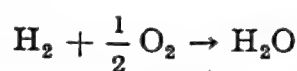
a) Care este compoziția amestecului inițial?

b) Ce volum de aer, măsurat la 0° și 1 atm , este necesar pentru arderea a 1 m^3 de gaz?

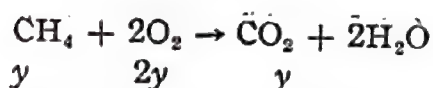
a) Hidroxidul de potasiu absoarbe bioxidul de carbon, iar soluția amoniacală de clorură cuproasă oxidul de carbon. Rezultă deci:

Volumul de $CO_2 = 20\text{ cm}^3$ și volumul de $CO = 80\text{ cm}^3$.

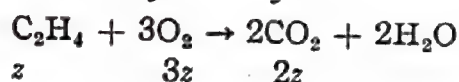
Să notăm cu x , y și z volumele de hidrogen, metan și etilenă, conținute în 100 cm^3 de amestec restant și scriem ecuația combustiei complete:



$$x \quad \frac{1}{2} x$$



$$y \quad 2y \quad y$$



$$z \quad 3z \quad 2z$$

$$x + y + z = 100 \quad (1)$$

Din combustie rezultînd 60 cm^3 CO_2 putem scrie:

$$y + 2z = 60 \quad (2)$$

Pe de altă parte, rămîne în eudiometru, după combustie:

$$125 - 60 = 65\text{ cm}^3 \text{ oxigen}$$

și deci combustia a necesitat: $200 - 65 = 135\text{ cm}^3$ oxigen, de unde:

$$\frac{x}{2} + 2y + 3z = 135 \quad (3)$$

Rezolvînd sistemul format din ecuațiile (1), (2) și (3) se obține:

$$x = 50\text{ cm}^3, \quad y = 40\text{ cm}^3, \quad z = 10\text{ cm}^3$$

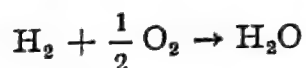
În amestecul inițial cele 3 gaze, H_2 , CH_4 și C_2H_4 ocupă un volum de 900 cm^3 , de unde volumele respective:

Volumul de hidrogen: 450 cm^3

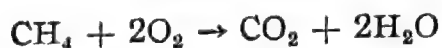
Volumul de metan: 360 cm^3

Volumul de etilenă: 90 cm^3

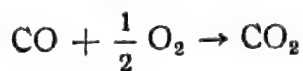
b) Scriem din nou ecuațiile de ardere, indicînd volumele:



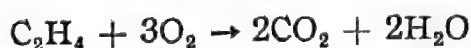
$$450 \text{ l } 225 \text{ l } 450 \text{ l (vapori)}$$



$$360 \text{ l } 720 \text{ l } 360 \text{ l } 720 \text{ l (vapori)}$$



$$80 \text{ l } 40 \text{ l } 80 \text{ l}$$



$$90 \text{ l } 270 \text{ l } 180 \text{ l } 180 \text{ l (vapori)}$$

Volumul de oxigen necesar pentru arderea a 1 m³ de gaz:

$$225 + 720 + 40 + 270 = 1255 \text{ l O}_2$$

Aerul fiind format, în volume din 21% O₂ și 79% N₂, pentru arderea a 1 m³ de gaz sînt necesari:

$$\frac{100 \cdot 1255}{21} = 5976 \text{ l aer.}$$

285. Siliciul dă cu oxigenul un compus binar format din 46,9% siliciu și 53,1% oxigen. Ce valență are siliciul în acest compus?

$$\text{Si} = 28 \quad \text{O} = 16$$

Formula compusului considerat este:



x și y fiind numere întregi. Compoziția moleculară a sa este:

$$\text{Siliciu} : 28x$$

$$\text{Oxigen} : 16y$$

Scriem proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală

$$\frac{28x}{46,9} = \frac{16y}{53,1}$$

Dăm lui x o valoare arbitrară 1, valoarea corespunzătoare pentru y este:

$$y = \frac{53,1 \cdot 28}{46,9 \cdot 16} = 2.$$

Formula atribuită oxidului de siliciu este SiO₂. În acest compus siliciul are valența 4, oxigenul fiind bivalent.

286. Care este formula cea mai simplă, atribuită carburii de siliciu, știind că această substanță conține 70% siliciu și 30% carbon? Să se calculeze câtă carbură de siliciu se obține prin reducerea a 0,2 moli de bioxid de siliciu cu cărbune.

$$\text{Si} = 28$$

$$\text{C} = 12$$

a) Formula compusului considerat este:



x și y fiind numere întregi. Compoziția moleculară a compusului este:

Siliciu : 28 x

Carbon : 12 y

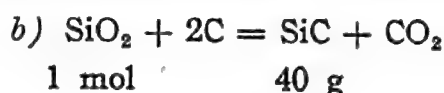
Scriind proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală rezultă :

$$\frac{28x}{70} = \frac{12y}{30}$$

Dăm lui x valoarea arbitrară 1 și obținem pentru y :

$$y = \frac{28 \cdot 30}{70 \cdot 12} = 1.$$

Cea mai simplă formulă atribuită carburii de siliciu este SiC.



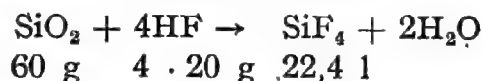
Din ecuația reacției rezultă că din 1 mol SiO₂ rezultă 1 mol (40 g) SiC și deci din 0,2 moli SiO₂ obținem :

$$\frac{0,2 \cdot 40}{1} = 8 \text{ g SiC.}$$

287. Asupra a 50 g mineral ce conține 95% bioxid de siliciu acționează acidul fluorhidric. Să se calculeze :

a) masa și volumul soluției de acid fluorhidric 47%, cu densitatea 1,5 g/cm³, care intră în reacție;

b) câți litri de tetrafluorură de siliciu rezultă.



În 50 g mineral se găsesc :

$$\frac{50 \cdot 95}{100} = 47,5 \text{ g SiO}_2.$$

a) Cantitatea de HF utilizată în reacție se află ținând seamă că, după ecuația reacției, 1 mol (60 g) SiO₂ reacționează cu 4 moli (4 · 20 g) HF și deci pentru 47,5 g SiO₂ vor fi necesare :

$$\frac{47,5 \cdot 4 \cdot 20}{60} = 63,3 \text{ g HF}$$



Cantitatea de soluție HF 47% pentru efectuarea reacției este :

$$63,3 \cdot \frac{100}{47} = 134,7 \text{ g soluție HF 47\%,}$$

iar volumul de soluție HF 47% necesar pentru reacție :

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{134,7}{1,5} = 89,8 \text{ cm}^3 \text{ HF 47\%}.$$

b) Din ecuația reacției reiese că din 1 mol (60 g) SiO_2 se obține 1 mol (22,4 l) SiF_4 . La 47,5 g SiO_2 corespunde :

$$\frac{47,5 \cdot 22,4}{60} = 17,733 \text{ l SiF}_4.$$

288. Prin arderea a 12 g carbon impur se obține 30,8 g bioxid de carbon. Care este conținutul procentual al carbonului?

Răspuns : 70%

289. Se reduc 20,25 g oxid de zinc cu cărbune la 1100°. Să se determine :

- a) volumul de oxid de carbon format, măsurat în condiții normale ;
- b) masa de zinc obținută.

Răspuns : a) 5,6 l CO ; b) 16,25 g Zn

290. O huilă conține 80% carbon, 5% hidrogen și restul produse necombustibile. Să se calculeze volumul de aer, măsurat în condiții normale, necesar arderii a 1 g din această huilă.

Răspuns : 8,46 m³ aer

291. Se reduc 10 l de bioxid de carbon cu cărbune. Se cere :

- a) volumul de oxid de carbon rezultat ;
 - b) masa oxidului de carbon ;
 - c) masa cărbunelui care a servit la reducere, dacă conține 90% carbon.
- Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale.

Răspuns : a) 20 l CO ; 25 g CO ; c) 5,9 g cărbune

292. Se tratează cu acid sulfuric, la cald, 100 g soluție carbonat de potasiu 10%. Să se calculeze volumul bioxidului de carbon degajat, în condiții normale.

Răspuns : 1,62 l CO_2

293. Reacționează cu carbonatul de calciu 40 cm³ acid sulfuric 1,5 n. Să se determine :

- a) volumul bioxidului de carbon rezultat, măsurat la 22° și 755 mm Hg ;
- b) masa precipitatului care se obține, dacă bioxidul de carbon este introdus în apă de var.

Răspuns : a) 730,9 cm³ CO_2 ; b) 3 g CaCO_3

294. Se încălzesc 50 g acid oxalic cu acid sulfuric concentrat. Care sînt gazele ce se obțin? Se trec gazele prin 250 cm³ hidroxid de sodiu 20%. Ce conține soluția la terminarea operației? Ce gaz rămîne după trecerea prin soluția de hidroxid de sodiu și care este volumul său în condiții normale?

Răspuns: CO₂ și CO; 58,9 g Na₂CO₃ și 5,6 g NaOH; 12,44 l CO

295. Cunosînd că 95 cm³ de bioxid de carbon la 20° și 741 mm Hg au masa 0,1661g să se calculeze:

- a) masa a 1 l bioxid de carbon, în condiții normale;
b) masa a 1 l bioxid de carbon la -2° și 765 mm Hg.

Răspuns: a) 1,9646 g; b) 1,992 g

296. 1 l de bioxid de carbon, măsurat în condiții normale, ocupă după încălzire la 28° un volum de 1,16 l. Să se calculeze presiunea la care este supus gazul.

Răspuns: 722,4 mm Hg

297. 50 cm³ dintr-o soluție de carbonat de sodiu se tratează cu o soluție de clorură de calciu în exces. Precipitatul obținut filtrat, spălat și uscat are masa 0,4296 g. Se cere normalitatea soluției de carbonat de sodiu.

Răspuns: 0,17 n

298. Reacționează 2 moli de clor cu bioxid de siliciu și cărbune la circa 600°. Să se calculeze:

- a) numărul de moli de tetraclorură de siliciu rezultată;
b) cantitățile de substanțe ce se obțin prin reacția acesteia cu apa.

Răspuns: a) 1 mol SiCl₄; b) 1 mol Si(OH)₄, 4 moli HCl.

299. În ce proporție trebuie să amestecăm nisip de cuarț, carbonat de sodiu și carbonat de calciu pentru a obține sticla comună pentru geamuri și butelii, cu compoziția aproximativă: 6SiO₂, Na₂O, CaO?

Răspuns: 75,3 părți SiO₂; 22,2 părți Na₂CO₃; 20,8 părți CaCO₃

300. La fabricarea sticlei de plumb (cristal) s-au amestecat 100 părți nisip de cuarț 100 părți miniu și 30 părți carbonat de potasiu. Care este compoziția aproximativă a acestei sticle?

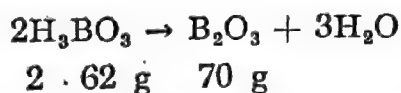
Răspuns: 15 SiO₂, 4 PbO, 2 K₂O



XV. Borul

301. Cît acid boric este necesar ca prin calcinarea lui să se obțină 0,5 moli oxid de bor? Dacă oxidul de bor obținut se topește cu cărbune în cuptorul electric, ce produse se obțin și în ce cantitate?

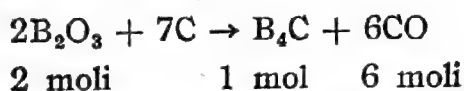
Din ecuația reacției:



rezultă că pentru obținerea a 1 mol (70 g) oxid de bor sînt necesari 2 moli (2 · 62g) de acid boric.

Pentru 0,5 moli (35 g) B_2O_3 va fi necesar 1 mol (62 g) H_3BO_3 .

În cuptorul electric are loc reacția:



obținîndu-se carbură de bor și oxid de carbon. Din 0,5 moli B_2O_3 va rezulta $\frac{1}{4}$ mol B_4C și 1,5 moli CO.

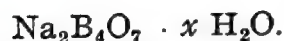
302. Cu cîte molecule de apă cristalizează boraxul $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, știind că 1 g de borax pierde la calcinare 0,461 g apă?

$$\text{Na} = 23 \quad \text{B} = 11 \quad \text{O} = 16 \quad \text{H} = 1$$

Masa moleculară a boraxului anhidru $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 = 202$

Masa moleculară a apei $\text{H}_2\text{O} = 18$.

Notînd cu x numărul de molecule de apă de cristalizare, formula boraxului cristalizat este:



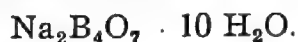
Cum 1 g de borax hidratat pierde prin calcinare 0,461 g de apă, o moleculă de borax hidratat $202 + 18x \text{H}_2\text{O}$ va pierde $18x \text{H}_2\text{O}$.

Rezultă ecuația:

$$18x = (202 + 18x) \cdot 0,461$$

De unde: $x = 10$.

Boraxul hidratat cristalizează deci cu 10 molecule de apă și are formula



303. Să se calculeze masa moleculară a diboranului B_2H_6 știind că densitatea sa în condiții normale este $\rho = 1,24 \text{ g/cm}^3$.

Luînd masa unui gaz egală cu masa unui mol M și volumul egal cu volumul molar $V = 22,4 \text{ l}$, densitatea sa este dată de formula:

$$\rho = \frac{M}{V}, \text{ de unde } M = \rho \cdot V.$$

Cum diboranul are densitatea $1,24 \text{ g/cm}^3$, masa sa moleculară este:

$$M = 1,24 \cdot 22,4 = 27,7$$

304. Câți moli de sodiu sînt necesari pentru reducerea a 2 moli de oxid de bor și ce cantitate de bor rezultă?

Răspuns: 12 moli Na; 4 moli B

305. Ce cantitate de acid boric se poate obține prin tratarea unei soluții apoase ce conține 135 g borax, cu acid clorhidric?

Răspuns: 165,7 g H_3BO_3

306. Se topește oxidul de bor cu cărbune în cuptorul electric. Dacă participă la reacție 140 kg de oxid de bor să se determine:

a) masa carburii de bor rezultată;

b) volumul bioxidului de carbon degajat măsurat în condiții normale.

Răspuns: a) 56 kg B_4C ; b) 134,4 m³ CO_2

XVI. Metale din grupa I a sistemului periodic

307. Prin electroliza unei soluții de clorură de sodiu s-au obținut 1 120,5 l de hidrogen măsurați la 15° și 745 mm Hg. Să se calculeze:

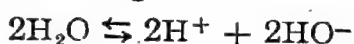
a) cantitatea de clorură de sodiu folosită la electroliză, știind că ea conține 5% impurități;

b) cantitatea de acid sulfuric 0,1 m care poate reacționa cu produsul din baia electrolitică.

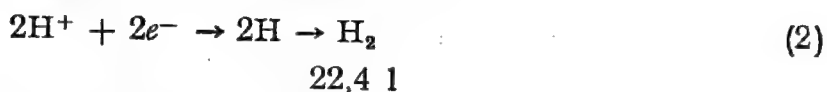
a) Scriem ecuațiile reacțiilor:



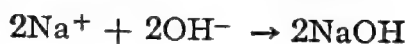
$$2 \cdot 58,5 \text{ g}$$



La catod:



$$22,4 \text{ l}$$



$$2 \cdot 40 \text{ g}$$

Volumul hidrogenului ocupat, în condiții normale, de cei 1 120,5 l îl obținem din formula:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \quad \text{de unde} \quad V_0 = \frac{pV}{T} \cdot \frac{T_0}{p_0}$$

Rezultă:

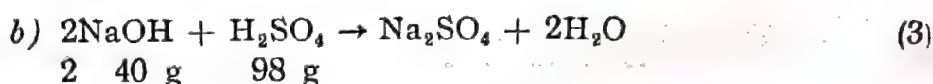
$$V_0 = \frac{745 \cdot 1\,120,5 \cdot 273}{288 \cdot 760} = 1\,041,1 \text{ l } H_2$$

Din ecuația (1) se observă că pentru a rezulta 1 mol (22,4 l) H_2 sînt necesari 2 moli (2 · 58,5 g) NaCl. Cantitatea de NaCl folosită pentru a se obține 1041,1 l H_2 este:

$$\frac{1041,1 \cdot 2 \cdot 58,5}{22,4} = 5437,8 \text{ g NaCl.}$$

NaCl utilizată conținînd 5% impurități, masa necesară este:

$$\frac{5437,8 \cdot 100}{95} = 5724 \text{ g NaCl.}$$



Din ecuațiile (1) și (2) se vede că prin electroliză la 1 mol (22,4 l) H_2 corespund 2 moli (2 · 40 g) NaOH și deci obținîndu-se 1041,1 l H_2 vor rezulta:

$$\frac{2 \cdot 40 \cdot 1041,1}{22,4} = 3718,2 \text{ g NaOH.}$$

Conform ecuației (3) 2 moli (2 · 40 g) NaOH reacționează cu 1 mol (98 g) H_2SO_4 , pentru 3718,2 g NaOH vor fi necesare:

$$\frac{3718,2 \cdot 98}{2 \cdot 40} = 4647,7 \text{ g } H_2SO_4.$$

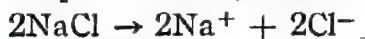
O soluție H_2SO_4 0,1 m conține 9,8 g H_2SO_4 la litru soluție, cele 4 647,7 g H_2SO_4 corespund la:

$$\frac{4\,647,7}{9,8} = 474,2 \text{ l soluție } H_2SO_4 \text{ 0,1 m.}$$

308. Se supune electrolizei totale 100 kg soluție clorură de sodiu 20%. Să se determine:

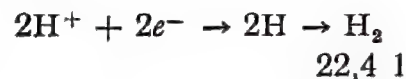
- cantitățile de produse separate la electrozi și în baia electrolitică;
- densitatea și densitatea față de aer a gazului degajat la catod;
- volumul de amoniac ce se obține cu gazul degajat la catod și concentrația procentuală ce rezultă prin dizolvarea amoniacului în 600 kg apă;
- cantitatea de acid clorhidric ce se obține cu produsul de la anod.

Au loc reacțiile:



$$2 \cdot 58,5 \text{ g}$$

La catod



$$22,4 \text{ l}$$



$$2 \cdot 40 \text{ g}$$

La anod



a) 100 kg soluție NaCl 20% conțin 20 kg NaCl.

Conform ecuațiilor reacțiilor prin electroliza soluției ce conține 2 moli ($2 \cdot 58,5$ g) NaCl se obține 1 mol (22,4 l) H_2 , la 20 kg NaCl vor corespunde:

$$\frac{20\,000 \cdot 22,4}{2 \cdot 58,5} = 3829 \text{ l } H_2.$$

Volumul de clor este egal cu volumul de hidrogen degajat, adică:

$$3\,829 \text{ l } Cl_2$$

Deoarece la 1 mol (58,5 g) NaCl corespunde 1 mol (40 g) NaOH, prin electroliza a 20 kg NaCl rezultă:

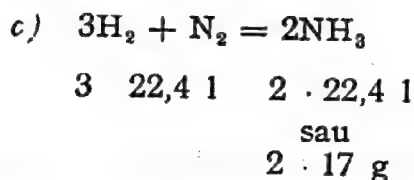
$$\frac{40 \cdot 20}{58,5} = 13,675 \text{ kg NaOH.}$$

b) Cum masa a 1 mol de H_2 este 2,016 g, iar volumul molar $V = 22,4$ l, densitatea hidrogenului este:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{2,016}{22,4} = 0,0899 \text{ g/l.}$$

Densitatea hidrogenului, comparativ cu densitatea aerului (densitatea relativă) va fi:

$$d = \frac{M}{28,9} = \frac{2,016}{28,9} = 0,0697.$$



Ținând seama de ecuația reacției, rezultă că din 3 moli ($3 \cdot 22,4$ l) H_2 se obțin 2 moli ($2 \cdot 22,4$ l) sau ($2 \cdot 17$ g) NH_3 . Participând la reacție 3 829 l H_2 se vor obține:

$$\frac{3829 \cdot 2 \cdot 22,4}{3 \cdot 22,4} = 2\,552,6 \text{ l } NH_3$$

sau

$$\frac{3\,829 \cdot 2 \cdot 17}{3 \cdot 22,4} = 1937,2 \text{ g } NH_3$$

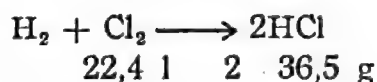
Dizolvând amoniacul în 600 kg H_2O se obțin:

$$600 + 1,937 = 601,937 \text{ kg soluție}$$

cu concentrația procentuală:

$$\frac{1,9372 \cdot 100}{601,937} = 0,32 \text{ deci } c = 0,32\%$$

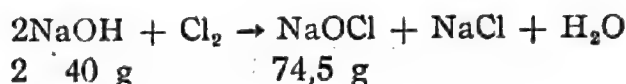
d) Din ecuația reacției :



reiese că la 1 mol (22,4 l) Cl_2 corespund 2 moli (2 \cdot 36,5 g) HCl. Reacționând 3 829 l Cl_2 cu H_2 se vor obține :

$$\frac{3\,829 \cdot 2 \cdot 36,5}{22,4} = 12\,478 \text{ g} = 12,478 \text{ kg HCl}$$

309. Să se calculeze cantitatea de hipoclorit de sodiu ce se obține din 2 kg soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 35%.



2 kg soluție NaOH 35% conțin :

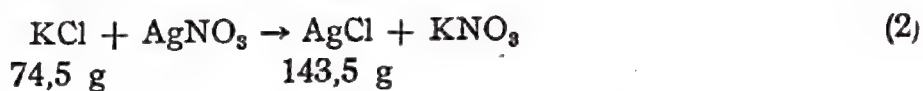
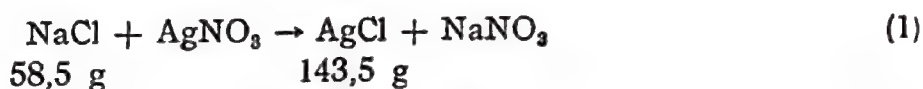
$$\frac{2\,000 \cdot 35}{100} = 700 \text{ g NaOH}$$

Din ecuația reacției rezultă că din 2 moli (2 \cdot 40 g) NaOH se obține 1 mol (74,5 g) NaOCl. Participând la reacție 700 g NaOH se vor obține :

$$\frac{700 \cdot 74,5}{2 \cdot 40} = 626,87 \text{ g NaOCl}$$

310. Se dizolvă 5 g de amestec de clorură de sodiu și clorură de potasiu în 500 cm³ apă. Se iau 50 cm³ și se precipită ionul Cl^- prin ionul Ag^+ . Precipitatul spălat și uscat cântărește 1,12 g. Ce masă de clorură de sodiu și de clorură de potasiu conține amestecul?

Să notăm cu x și y conținutul în NaCl și KCl al amestecului și scriem ecuațiile reacțiilor de precipitare :



Precipitatul se obține tratând 0,5 x g NaCl și 0,5 y g KCl.

Din ecuația reacției (1) rezultă că participând la reacție 1 mol (58,5) g NaCl se obține 1 mol (143,5 g) AgCl și deci din 0,5 x NaCl se vor obține :

$$\frac{143,5 \cdot 0,5x}{58,5} = 1,226 \text{ } x \text{ g AgCl}$$

Din (2) reiese că 74,5 g KCl conduc la 143,5 g AgCl, iar 0,5 y g KCl la :

$$\frac{143,5 \cdot 0,5y}{74,5} = 0,963 \text{ } y \text{ g AgCl}$$

Obținem sistemul de ecuații cu două necunoscute:

$$1,226 x + 0,963 y = 1,12$$

$$x + y = 1$$

Prin rezolvare rezultă:

$$x = 0,56 \quad \text{și} \quad y = 0,44$$

Amestecul este deci format din NaCl 56% și KCl 44% și cele 5 g amestec conțin 2,8 g NaCl și 2,2 g KCl.

311. Se tratează cu acid sulfuric 1 600 kg cupru care conține 20% impurități ce nu reacționează cu acidul. Să se determine:

a) masa de acid necesară;

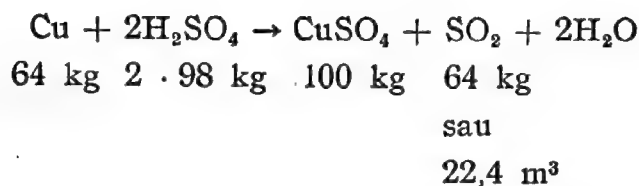
b) masa sulfatului de cupru obținut;

c) masa și volumul gazului care se degajă, măsurat în condiții normale.

Ținând seama de impurități, masa cuprului care participă la reacție este;

$$\frac{1\,600 \cdot 80}{100} = 1\,280 \text{ kg Cu}$$

Are loc reacția:



a) Din ecuația reacției rezultă că 1 kmol (64 kg) Cu reacționează cu 2 kmoli (2 · 98 kg) H₂SO₄. Participând la reacție 1 280 kg Cu, vor fi necesare:

$$\frac{1\,280 \cdot 196}{64} = 3\,920 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$$

b) Conform ecuației reacției, la 1 kmol (64 kg) Cu corespunde 1 kmol (160 kg) CuSO₄. Masa sulfatului de cupru care va rezulta prin intrarea în reacție a 1 280 kg Cu este:

$$\frac{1\,280 \cdot 160}{64} = 3\,200 \text{ kg CuSO}_4$$

c) Reacționând 1 kmol (64 kg) Cu cu 2 kmoli (2 · 98 kg) H₂SO₄ se obține 1 kmol (64 kg sau 22,4 m³) SO₂. Cum în reacție intră 1 280 kg Cu se vor obține:

$$\frac{1\,280 \cdot 64}{64} = 1\,280 \text{ kg SO}_2$$

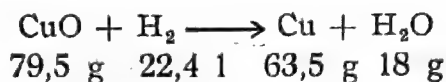
$$\frac{1\,280 \cdot 22,4}{64} = 448 \text{ m}^3 \text{ SO}_2$$



312. Printr-un tub de porțelan încălzit la roșu conținând 12 g oxid de cupru negru se trece un curent de hidrogen. Să se determine :

- volumul de hidrogen necesar reducerii complete a oxidului cupric ;
- masa de cupru obținută ;
- masa vaporilor condensați la ieșirea din tub.

Are loc reacția :



Conform ecuației reacției rezultă că 1 mol (79,5 g) CuO este redus de 1 mol (22,4 l) H₂ și rezultă 1 mol (63,5 g) Cu și 1 mol (18 g) H₂O.

- Volumul de H₂ necesar reducerii a 12 g CuO :

$$\frac{12 \cdot 22,4}{79,5} = 3,31 \text{ H}_2$$

- masa de cupru obținută :

$$\frac{12 \cdot 63,5}{79,5} = 9,58 \text{ g Cu}$$

- masa vaporilor de apă condensați :

$$\frac{12 \cdot 18}{79,5} = 2,73 \text{ g H}_2\text{O}$$

313. Cîte kilograme de potasiu și de clor conțin 150 kg soluție de clorură de potasiu 18% ?

Răspuns : 14,16 kg K, 12,84 kg Cl₂

314. Prin electroliza unei soluții apoase de clorură de sodiu s-au obținut 563,5 kg hidroxid de sodiu. Să se calculeze :

- masa de clorură de sodiu 20% necesară ;
- masa și volumul clorului degajat la anod ;
- masa și volumul hidrogenului obținut la catod. Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns : a) 4 120,6 kg NaCl 20% ;

b) 508,1 kg Cl₂ ; 157,8 m³ Cl₂ ;

c) 14,1 kg H₂ ; 157,8 m³ H₂

315. Cîte grame de clorură de sodiu conțin 20 cm³ soluție de clorură de sodiu 1 n ?

Răspuns : 1,169 g NaCl

316. Din clorură de potasiu și azotat de sodiu se obține printr-o reacție de dublu schimb azotat de potasiu și clorură de sodiu. De la ce cantități de clorură de potasiu și azotat de sodiu trebuie să se pornească pentru a prepara 520 kg azotat de potasiu, știind că numai 88% din cantitatea de clorură de potasiu participă la reacție ?

Răspuns : 435,73 kg KCl ; 437,19 kg NaNO₃

317. O soluție de hidroxid de sodiu necesită pentru neutralizare $36,8 \text{ cm}^3$ acid $0,5 \text{ n}$. Cite grame de hidroxid conține soluția?

Răspuns : $0,736 \text{ g NaOH}$

318. Se prepară $0,5 \text{ t}$ carbonat de sodiu prin procedeul Solvay. Să se calculeze :

- a) masa substanțelor prime care intră în reacție ;
b) masa bioxidului de carbon și masa amoniacului ce pot fi recuperate.

Răspuns : a) 565 kg NaCl ; 840 kg CaCO_3 ;

b) $\frac{1}{2}$ din CO_2 adică $207,5 \text{ kg CO}_2$;

tot $\text{NH}_3 = 160 \text{ kg}$

319. Să se calculeze conținutul procentual în carbonat de sodiu al unei sode tehnice, știind că din $1,5008 \text{ g}$ sodă se obțin $0,6042 \text{ g}$ bioxid de carbon.

Răspuns : $96,97\% \text{ Na}_2\text{CO}_3$

320. Se tratează carbonatul de sodiu cu 80 cm^3 acid sulfuric $1,5 \text{ n}$. Să se calculeze :

- a) volumul de bioxid de carbon format, măsurat la 22° și 755 mm Hg ;
b) dacă bioxidul de carbon este introdus în apă de var, să se determine masa de carbonat de calciu obținută.

Răspuns : a) $1,462 \text{ l CO}_2$; b) $6,005 \text{ g CaCO}_3$

321. Un curent electric continuu cu intensitatea de $2,64 \text{ A}$ trece timp de 4 ore printr-un voltmetru cu electrozi de cupru, ce conține o soluție de sulfat de cupru. Să se determine :

- a) cantitatea de electricitate consumată ;
b) masa de cupru depusă la catod.

Răspuns : a) $38\,000 \text{ C}$; b) $12,6 \text{ g Cu}$

322. Prin acțiunea acidului sulfuric concentrat asupra cuprului, la cald, se prepară 1 t sulfat de cupru. Să se calculeze :

- a) masa de acid sulfuric pur necesar ;
b) masa de cupru care participă la reacție ;
c) masa și volumul bioxidului de sulf degajat, măsurat în condiții normale.

Răspuns : a) $1,225 \text{ t H}_2\text{SO}_4$; b) 400 kg Cu ;

c) 400 kg SO_2 ; $140 \text{ m}^3 \text{ SO}_2$

323. Se prepară 16 g oxid cupric prin încălzirea puternică a cuprului în prezența aerului. Se cere :

- a) masa de cupru necesară ;
b) volumul de aer, măsurat în condiții normale, care participă la reacție.

Răspuns : a) $12,7 \text{ g Cu}$; b) $10,7 \text{ l aer}$

324. În ce volum de apă trebuie să dizolvăm 100 g sulfat de cupru cristalizat pentru a obține o soluție de concentrație 10% ?

Răspuns : $539,3 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$



325. Cîte grame de argint conțin 50 cm³ soluție 0,2 m de azotat de argint?

Răspuns : 1,078 g Ag

326. Să se determine masa de argint depusă la catodul unui voltmetru cu azotat de argint, de un curent cu intensitate constantă egală cu 1 A în timp de 2 ore.

Răspuns : 8,048 g Ag

327. Acționează acidul azotic asupra a 10 g de argint. Să se calculeze :

a) masa de azotat de argint obținută ;

b) volumul oxidului de azot, NO, degajat, măsurat la 0° și 1 atm

Răspuns : a) 15,75 g Ag NO₃; b) 0,69 l NO

328. Cîte grame de azotat de argint conține 1 l soluție 0,1 n.

Răspuns : 17 g Ag NO₃

XVII. Metale din grupa a II-a a sistemului periodic

329. Se descompun termic 230 kg calcar ce conține 90% carbonat de calciu. Să se determine :

a) volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurat în condiții normale ;

b) cantitatea de soluție hidroxid de calciu 0,1% care absoarbe bioxidul de carbon:

c) cantitatea de acid sulfuric 93% care reacționează cu oxidul de calciu rezultat în urma calcinării.

Cele 230 kg calcar conțin :

$$\frac{90 \cdot 230}{100} = 207 \text{ kg CaCO}_3$$

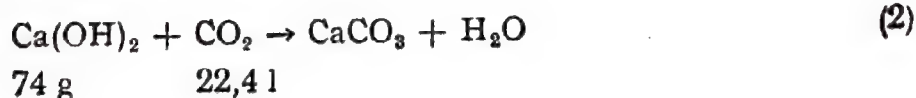
a) Din ecuația reacției :



rezultă că prin descompunerea termică a 1 mol (100 g) CaCO₃ se obține 1 mol (22,4 l) CO₂ și deci din 207 kg CaCO₃ volumul de CO₂ degajat este :

$$\frac{207 \cdot 22,4}{100} = 46,368 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$$

b) Are loc reacția :

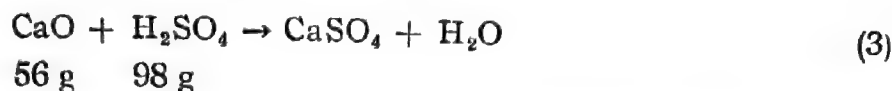


Cum 1 mol (22,4 l) CO_2 reacționează cu 1 mol (74 g) Ca(OH)_2 , 46,368 m³ CO_2 vor fi absorbiți de:

$$\frac{46,368 \cdot 74}{22,4} = 153,18 \text{ kg Ca(OH)}_2$$

Soluția Ca(OH)_2 0,1% necesară este: 153180 kg.

c) Scriem ecuația reacției:



Din (1) rezultă că prin descompunerea termică a 1 mol (100 g) CaCO_3 rezultă 1 mol (56 g) CaO . Din 207 kg CaCO_3 se obțin

$$\frac{207 \cdot 56}{100} = 115,92 \text{ kg CaO}$$

Din (3) reiese că 1 mol (56 g) CaO intră în reacție cu 1 mol (98 g) H_2SO_4 . Cele 115,92 kg CaO vor reacționa cu:

$$\frac{115,92 \cdot 98}{56} = 202,86 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$$

și ținând seama de concentrația acidului:

$$\frac{202,86 \cdot 100}{93} = 218,13 \text{ kg H}_2\text{SO}_4 \text{ 93\%}$$

330. La descompunerea termică a 50 g carbonat de calciu se obțin 28 g oxid de calciu și 22 g bioxid de carbon. Știind că în oxidul de calciu, la 5 părți calciu revin în greutate 2 părți oxigen, iar în bioxidul de carbon la 3 părți carbon revin în greutate 8 părți oxigen, să se calculeze compoziția procentuală și să se stabilească formula moleculară a carbonatului de calciu.

Conținutul în calciu și în oxigen a 28 g CaO se obține ținând seama că în CaO la 5 părți calciu revin în greutate 2 părți oxigen. Cum la 7 g CaO corespund 5 g Ca cele 28 g vor conține:

$$\frac{28 \cdot 5}{7} = 20 \text{ g Ca}$$

și $28 - 20 = 8 \text{ g O}$.

Conținutul în carbon și oxigen a 22 g CO_2 se obține știind că 11 g CO_2 conțin 3 g C. Rezultă că cele 22 g CO_2 conțin:

$$\frac{22 \cdot 3}{11} = 6 \text{ g C}$$

și $22 - 6 = 16 \text{ g O}$.

Deci 50 g CaCO_3 conțin: 20 g calciu, 6 g carbon și $8 + 16 = 24 \text{ g oxigen}$

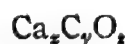
Compoziția procentuală va fi :

$$\text{Ca}\% = \frac{20 \cdot 100}{50} = 40$$

$$\text{C}\% = \frac{6 \cdot 100}{50} = 12$$

$$\text{O}\% = \frac{24 \cdot 100}{50} = 48$$

Formula carbonatului de calciu este :



x , y și z fiind numere întregi, iar compoziția unei molecule :

Calciu : $40x$

Carbon : $12y$

Oxigen : $16z$

Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și cea procentuală :

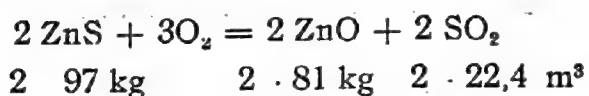
$$\frac{40x}{40} = \frac{12y}{12} = \frac{16z}{48}$$

Dând lui x valoarea arbitrară 1 se obține $y = 1$ și $z = 3$ și rezultă formula moleculară a carbonatului de calciu : CaCO_3

331. Prin prăjirea în prezența aerului a 200 kg blendă, ZnS , s-au obținut 44,8 m³ de bioxid de sulf, măsurat la 0° și 1 atm. Să se determine :

- a) procentul de sulfură de zinc din blendă ;
- b) masa oxidului de zinc rezultat din reacție ;
- c) cantitatea de zinc ce se poate obține prin reducerea cu carbon a oxidului ;
- d) masa cărbunelui cu un conținut de 80% carbon ce va fi folosită.

Din ecuația reacției :



rezultă că participând la reacție 1 kmol (97 kg) ZnS rezultă 1 kmol (81 kg) ZnO și 1 kmol (22,4 m³) SO_2

a) Obținându-se prin încălzirea blendei 44,8 m³ SO_2 , cantitatea de ZnS corespunzătoare este :

$$\frac{44,8 \cdot 97}{22,4} = 194 \text{ kg ZnS}$$

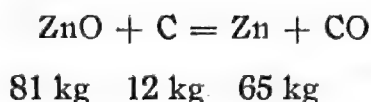
Cele 200 kg blendă conțin deci 194 kg ZnS . Procentul de ZnS din blendă este :

$$\frac{194 \cdot 100}{200} = 97\%$$

b) Cum din 1 kmol (97 kg) ZnS se obține, conform ecuației reacției, 1 kmol 81 kg ZnO, din 194 kg ZnS vor rezulta :

$$\frac{194 \cdot 81}{97} = 162 \text{ kg ZnO}$$

c) Din ecuația reacției



se observă că din 1 kmol (81 kg) ZnO se obține, prin reducere cu 1 kmol (12 kg) de atomi de carbon, 1 kmol (65 kg) Zn. Prin reducerea a 162 kg ZnO vor rezulta :

$$\frac{162 \cdot 65}{81} = 130 \text{ kg Zn}$$

d) și se folosesc :

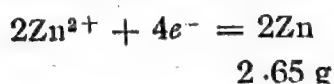
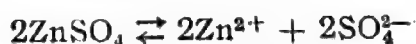
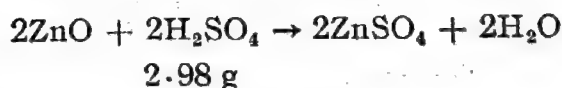
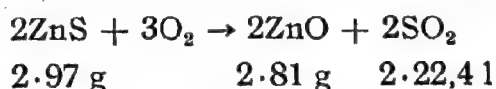
$$\frac{162 \cdot 12}{81} = 24 \text{ kg C}$$

Masa de cărbune utilizat este :

$$\frac{24 \cdot 100}{80} = 30 \text{ kg}$$

Metalurgia modernă a zincului constă în arderea blendei apoi în tratarea oxidului obținut cu acid sulfuric diluat. Se obține astfel o soluție de sulfat de zinc, careia i se face electroliza. Dacă se tratează 1 tonă de blendă care conține 20% impurități să se calculeze :

- masa de zinc obținută ;*
- masa de acid sulfuric necesară pentru a reacționa cu oxidul de zinc ;*
- volumul de bioxid de sulf degajat ;*
- cantitatea de acid sulfuric care s-ar putea obține folosind bioxidul de sulf produs, dacă randamentul de transformare al bioxidului de sulf, în trioxid de sulf este 90%.*



1 tonă blendă cu 20% impurități conține 800 kg ZnS.

a) Din ecuații se observă că intrând în reacție 1 mol (97 g) ZnS se obține 1 mol (65 g) Zn. Reacționând 800 kg ZnS rezultă :

$$\frac{800 \cdot 65}{97} = 536 \text{ kg Zn.}$$

b) Prin arderea a 1 mol (97 g) ZnS rezultă 1 mol (81 g) ZnO. Din 800 kg ZnS se obțin :

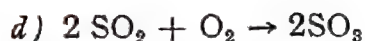
$$\frac{800 \cdot 81}{97} = 668 \text{ kg ZnO.}$$

care reacționează cu :

$$\frac{668 \cdot 98}{81} = 808 \text{ kg H}_2\text{SO}_4.$$

c) Volumul de SO₂ rezultat prin ardere se obține ținând seama că din 1 mol (97 g) ZnS rezultă 1 mol (22,4 l) SO₂ :

$$\frac{800 \cdot 22,4}{97} = 184,74 \text{ m}^3 \text{ SO}_2.$$

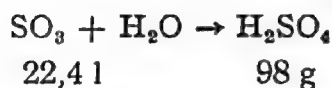


Cum la 2 moli SO₂ corespund 2 moli SO₃, la 184,74 m³SO₂ vor corespunde 184,74 m³ SO₃.

Deoarece randamentul reacției de oxidare este 90%, cantitatea de SO₃ obținută va fi :

$$184,74 \cdot \frac{90}{100} = 166,266 \text{ m}^3 \text{ SO}_3.$$

Din ecuația reacției :



rezultă că din 22,4 m³ SO₃ se obțin 98 kg H₂SO₄. Cantitatea de H₂SO₄ obținută din 166,266 m³SO₃ este :

$$\frac{166,266 \cdot 98}{22,4} = 727,413 \text{ kg H}_2\text{SO}_4.$$

333. Mercurul se obține prin încălzirea în prezența aerului a sulfurii de mercur. Dacă se folosește 1 tonă sulfură de mercur cu 25% impurități și randamentul procesului este 85%, să se calculeze :

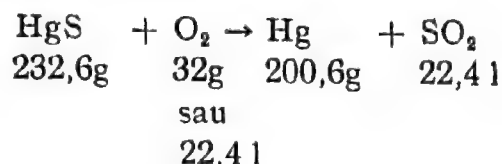
a) cantitatea de mercur și de bioxid de sulf rezultată ;

b) cantitatea de oxigen și de aer ce se consumă (în greutate și în volume).

1 tonă sulfură de mercur, având 25% impurități, conține :

$$\frac{100}{100} \frac{75}{100} = 750 \text{ kg HgS.}$$

a) Conform ecuației reacției :



din 1 mol (232,6 g) HgS se obține 1 mol (200,6 g) Hg și 1 mol (22,4 l) SO_2 . Prin încălzirea în prezența aerului a 750 kg HgS rezultă :

$$\frac{750 \cdot 200,6}{232,6} = 646,8 \text{ kg Hg}$$

$$\frac{750 \cdot 22,4}{232,6} = 72,2 \text{ m}^3 \text{SO}_2.$$

Cum randamentul este 85%, se obțin :

$$\frac{646,8 \cdot 85}{100} = 549,83 \text{ kg Hg.}$$

$$\frac{72,2 \cdot 85}{100} = 61,37 \text{ m}^3 \text{SO}_2.$$

b) Din ecuația reacției reiese că 1 mol (232,6 g) HgS reacționează cu 1 mol (32 g sau 22,4 l) O_2 . Cele 750 kg HgS vor necesita :

$$\frac{750 \cdot 32}{232,6} = 103,181 \text{ kg O}_2$$

sau

$$\frac{750 \cdot 22,4}{232,6} = 72,2 \text{ m}^3 \text{O}_2.$$

Aerul atmosferic conținând 23,01% O_2 în greutate și 20,93% O_2 în volume, vor fi necesare :

$$\frac{103,181 \cdot 100}{23,01} = 448,42 \text{ kg aer}$$

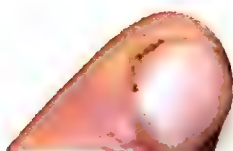
sau

$$\frac{156,93 \cdot 100}{20,93} = 345 \text{ m}^3 \text{ aer.}$$

334. Se descompun termic 625 kg piatră de var ce conține 80% carbonat de calciu. Se cere :

- cantitatea de hidroxid de calciu ce rezultă prin reacția cu apa a oxidului de calciu obținut ;
- masa soluției de acid fosforic 75% care transformă hidroxidul de calciu rezultat în fosfat monoacid de calciu.

Răspuns : a) 370 kg Ca(OH)_2 ; b) 653,3 kg H_3PO_4 75%



335. Dintr-un calcar cu 86,49% carbonat de calciu și acid clorhidric se prepară clorură de calciu cu un grad de puritate 98%, restul fiind oxid de calciu. Ce cantitate de calcar și acid clorhidric 36% trebuie să se folosească pentru a prepara 280 kg clorură de calciu 98%.

Răspuns: 214 kg calcar; 489 kg HCl 36%

336. Ce cantitate de calcar cu un conținut de 90% carbonat de calciu și de cărbune de puritate 85% sînt necesare pentru prepararea a 1 t carbură de calciu, dacă randamentul reacției este 80%.

Răspuns: 1,74 t CaCO_3 ; 882,3 kg cărbune

337. Se tratează carbura de calciu cu apă și se obține un gaz cu volumul de 4,48 l la 0° și 1 atm și o soluție bazică.

Să se calculeze:

a) masa de carbură care a fost folosită;

b) cantitatea de acid clorhidric 1 n necesară pentru a neutraliza soluția bazică.

Răspuns: a) 12,8 g C_2Ca ; b) 400 cm³ HCl 1 n

338. Se prăjește în cuptor, în prezența aerului, 1 tonă de blendă care conține 87,3% sulfură de zinc și 12,7% gangă. Se cere:

a) volumul de oxigen necesar prăjirii sulfurii de zinc;

b) masa de oxid de zinc care rezultă;

c) volumul bioxidului de sulf dacă pierderile în cuptor sînt 1,5%;

d) masa de zinc ce se poate obține din oxidul de zinc prin reducere cu cărbune.

Gazele sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns: a) 302,4 m³ O_2 ; b) 729 kg ZnO ;
c) 198,58 m³ SO_2 ; d) 595 kg Zn.

339. Prin calcinarea smithsonitei, ZnCO_3 , s-au obținut 162 kg de oxid de zinc. Să se determine:

a) masa de mineral care s-a folosit, știind că el conține 35% impurități;

b) masa zincului care rezultă prin reducerea cu carbon a oxidului de zinc la 1100°

Răspuns: a) 384,6 kg smithsonită;
b) 130 kg Zn

340. Din zinc și acid clorhidric 10% se prepară 15 l de hidrogen, măsurat în condiții normale. Dacă pierderile sînt 8% ce cantități de substanțe inițiale sînt necesare?

Răspuns: 47,58 g Zn; 530,8 g HCl 10%

341. Prin încălzirea în prezența aerului a cinabrilului, HgS , s-au obținut 323,4 kg mercur. Să se calculeze:

- a) masa sulfurii mercurice conținută în mineral;
- b) volumul bioxidului de sulf rezultat;
- c) volumul de aer necesar procesului.

Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns: a) 375 kg HgS ; b) 36,1 m^3 SO_2 ;
c) 180,5 m^3 aer.

XVIII. Metale din grupa a III-a a sistemului periodic

342. Prin analiza alaunului se obține: 10,6% oxid de aluminiu; 10% oxid de potasiu și 33,7% anhidridă sulfurică.

Știind că formula alaunului este $x \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot y \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot z \text{H}_2\text{O}$, să se determine coeficienții formulei alaunului.

Procentul de apă este:

$$100 - (10,6 + 10 + 33,7) = 45,7\%$$

Compoziția procentuală a alaunului este deci:

10,6% Al_2O_3 ; 10% K_2O ; 33,7% SO_3 și 45,7% H_2O

Cunoscînd masele moleculare: $\text{Al}_2\text{O}_3 = 102$, $\text{K}_2\text{O} = 94$, $\text{H}_2\text{O} = 18$, compoziția moleculară a alaunului este:

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 102 \ x$$

$$\text{K}_2\text{O} = 94 \ y$$

$$\text{H}_2\text{O} = 18 \ z$$

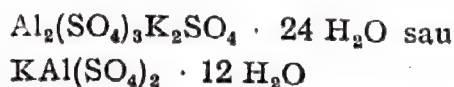
Scriem proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală:

$$\frac{102x}{10,6} = \frac{94y}{10} = \frac{18z}{45,7}$$

Dînd lui x valoarea arbitrară 1 se obține:

$$y = \frac{102 \cdot 10}{10,6 \cdot 94} = 1 \quad \text{și} \quad z = \frac{94 \cdot 45,7}{10 \cdot 18} = 24.$$

Alaunul are formula:



343. Un curent continuu de 60 000 A sub tensiunea de 4 V alimentează o cuvă de electroliză ce conține oxid de aluminiu. În timp de 24 ore se obțin 389,8 kg de aluminiu. Cum electrolitul este menținut în stare topită datorită căldurii produsă de curentul care-l străbate, iar oxigenul degajat la anod reacționează cu carbonul electrodului, dând oxid și bioxid de carbon, să se determine:

- randamentul de curent al procesului de electroliză;
- masa oxidului de aluminiu care a participat la electroliză;
- masa oxigenului rezultat care reacționează cu anodul.

Echivalentul electrochimic al aluminiului este 0,094 mg/C sau $94 \cdot 10^{-6}$ g/C.

- Din formula care exprimă prima lege a electrolizei

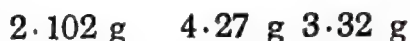
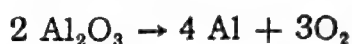
$$m = KIt$$

ținând seama că masa depusă prin electroliză la catod este $m = 389,8 \cdot 10^3$ g, iar timpul $t = 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86\,400$ secunde, rezultă

$$I = \frac{m}{Kt} = \frac{389,8 \cdot 10^3}{94 \cdot 10^{-6} \cdot 86,4 \cdot 10^4} = 48 \cdot 10^3 \text{ A.}$$

Deoarece intensitatea curentului care parcurge celula electrolitică este 60 000 A, iar curentul care ia parte la electroliză are intensitatea de 48 000 A, se observă că randamentul de curent este 80%.

- Ecuatia chimică



arată că la 4 kmoli (4·27 kg) Al corespund 2 kmoli (2·102 kg) Al_2O_3 și 3 kmoli (3·32 kg) O_2

Cum prin electroliză au rezultat 389,8 kg Al, masa de oxid de aluminiu care a participat la electroliză este:

$$\frac{389,8 \cdot 2 \cdot 102}{4 \cdot 27} = 736,3 \text{ kg } \text{Al}_2\text{O}_3.$$

- Masa oxigenului rezultat:

$$\frac{389,8 \cdot 3 \cdot 32}{4 \cdot 27} = 346,5 \text{ kg } \text{O}_2.$$

344. Aluminiul formează cu clorul o singură clorură. Care este formula cea mai simplă a acestei cloruri dacă prin analiză se constată că ea conține 80% clor.

$$\text{Al} = 27 \quad \text{Cl} = 35,5$$

Clorura conține 20% aluminiu și 80% clor. Formula sa este:



x și y fiind numere întregi. Compoziția moleculară a clorurii este:

Aluminiu : 27 x

Clor : 35,5 y

Scriind proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală rezultă:

$$\frac{27x}{20} = \frac{35,5y}{80}$$

Dând lui x valoarea arbitrară 1, valoarea corespunzătoare pentru y este:

$$y = \frac{27 \cdot 80}{20 \cdot 35,5} = 3.$$

Formula cea mai simplă a clorurii de aluminiu este:



Reamintim însă, că de fapt, formula clorurii de aluminiu este Al_2Cl_6 .

345. Se folosesc 40 cm³ de soluție acid clorhidric 1 n pentru a reacționa cu aluminiu în pulbere.

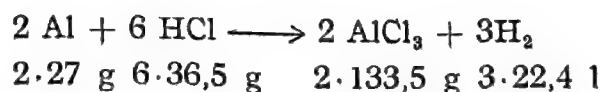
Să se determine:

- masa minimă de aluminiu necesară ca reacția să fie completă;
- masa produsului solid obținut;
- volumul gazului degajat în condiții normale.

O soluție normală de HCl conține 36,5 g HCl la litru. Cei 40 cm³ soluție conțin:

$$\frac{40 \cdot 36,5}{1000} = 1,46 \text{ g HCl.}$$

Are loc reacția:



a) Din ecuația reacției rezultă că 3 moli (3 · 36,5 g) HCl reacționează cu 1 mol (27 g) Al.

1,46 g HCl vor intra în reacție cu:

$$\frac{1,46 \cdot 27}{3 \cdot 36,5} = 0,36 \text{ g Al.}$$

b) Cum din reacția a 1 mol (27 g) Al cu HCl rezultă 1 mol (133,5 g) AlCl_3 și 1,5 moli (1,5 · 22,4 l) H_2 , din 0,36 g Al se vor obține:

$$\frac{0,36 \cdot 133,5}{27} = 1,7 \text{ g } \text{AlCl}_3.$$

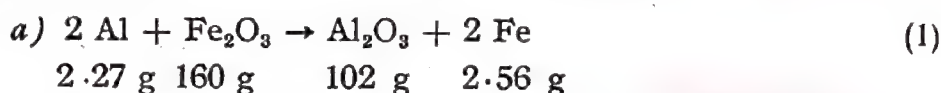
$$c) \quad \frac{0,36 \cdot 1,5 \cdot 22,4}{27} = 0,44 \text{ l } \text{H}_2.$$

346. Se reduc cu aluminiu metalic 150 g Fe_2O_3 . Să se determine:

a) masa de aluminiu necesară;

b) cantitatea de soluție acid sulfuric 46% care dizolvă oxidul de aluminiu rezultat din reacție;

c) volumul de hidrogen, măsurat în condiții normale, care rezultă prin acțiunea vaporilor de apă asupra fierului obținut din prima reacție.

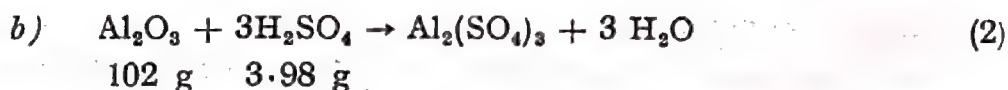


Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (160 g) Fe_2O_3 este redus de 2 moli (2 · 27 g) Al și se obține 1 mol (102 g) Al_2O_3 . Pentru reducerea a 150 g Fe_2O_3 vor fi necesare:

$$\frac{150 \cdot 2 \cdot 27}{160} = 50,5 \text{ g Al}$$

și rezultă:

$$\frac{150 \cdot 102}{160} = 95,6 \text{ g } \text{Al}_2\text{O}_3.$$



Cum 1 mol (102 g) Al_2O_3 reacționează cu 3 moli (3 · 98 g) H_2SO_4 , cele 95,6 g Al_2O_3 vor intra în reacție cu:

$$\frac{95,6 \cdot 3 \cdot 98}{102} = 275,5 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4.$$

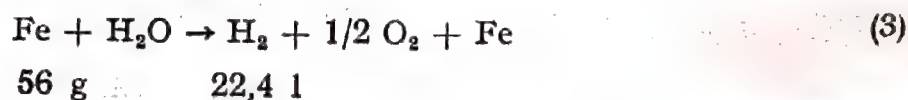
Cantitatea de soluție H_2SO_4 46% este:

$$\frac{275,5 \cdot 100}{46} = 598,9 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 46\%}.$$

c) Prin reducerea a 150 g Fe_2O_3 se obțin conform cu ecuația (1)

$$\frac{150 \cdot 2 \cdot 56}{160} = 105 \text{ g Fe}.$$

Din ecuația reacției:



se observă că prin acțiunea vaporilor de apă asupra a 1 mol (56 g) Fe se obține 1 mol (22,4 l) H₂. Fierul care intră în reacție cu apa fiind 105 g, vor rezulta:

$$\frac{105 \cdot 22,4}{56} = 42 \text{ l H}_2.$$

347. Care este masa de aluminiu ce se află în 1 t bauxită, admitând că bauxita este oxid de aluminiu hidratat, Al₂O₃·2H₂O și conține 30% impurități?

Răspuns: 274 kg Al

348. Se efectuează electroliza a 3 681,5 kg oxid de aluminiu. Să se calculeze:

- a) masa de aluminiu obținută;
- b) volumul oxigenului rezultat ce se combină cu carbonul din anod, măsurat la 0° și 1 atm.

Răspuns: a) 1 949 kg Al; b) 1 212,5 m³ O₂

349. Citi cm³ soluție de acid sulfuric 10% sînt necesari pentru a reacționa total cu 0,9 g aluminiu?

Răspuns: 49 cm³ H₂SO₄ 10%

350. Se prepară din 21,6 g aluminiu, sub formă de pulbere, hidrogen prin acțiunea unei soluții de acid clorhidric 1 n. În altă experiență se prepară hidrogen de aceeași cantitate de aluminiu prin tratare cu o soluție de hidroxid de sodiu. Admitind că reacțiile sînt complete se cere:

- a) volumul de hidrogen obținut în fiecare experiență, măsurat la 0° și 1 atm;
- b) masa acidului clorhidric folosit în prima experiență.

Răspuns: a) 26,8 l H₂ în ambele experiențe;
b) 87,6 g HCl.

351. Se obțin 10,2 g de oxid de aluminiu prin arderea aluminiului sub formă de pulbere. Să se determine:

- a) masa de aluminiu intrată în reacție;
- b) volumul de oxigen necesar acestei oxidări, măsurat în condiții normale.

Răspuns: a) 5,4 g Al; b) 3,36 l O₂

352. Se prepară 72 kg carbură de aluminiu prin reducerea oxidului de aluminiu cu carbon. Să se calculeze:

- a) masa de oxid de aluminiu și masa de cărbune cu un conținut 90% C care trebuie să participe la reacție;
- b) volumul metanului, măsurat la 0° și 1 atm ce se poate obține din reacția a 4,8 g carbură cu apă.

Răspuns: a) 102 kg Al₂O₃; 22,5 kg cărbune 90% C;
b) 2,24 l CH₄

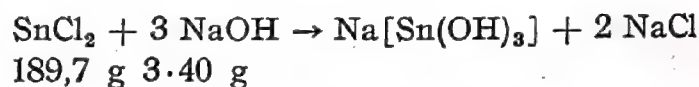
353. Se reduc 7,6 g oxid cromatic cu aluminiu în pulbere. Să se determine:

- a) masa de aluminiu necesară;
- b) masa de crom obținută la sfârșitul reacției;
- c) masa oxidului de aluminiu format.

Răspuns: a) 2,7 g Al; b) 5,2 g Cr; c) 5,1 g Al_2O_3

XIX. Metale din grupa a IV-a a sistemului periodic

354. Să se determine volumul de soluție hidroxid de sodiu 1 m necesar pentru a transforma complet 100 g soluție de clorură stanoasă cu concentrația 40% în stănit de sodiu.



Cantitatea de SnCl_2 folosită în reacție este de 40 g.

Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (189,7 g) clorură stanoasă intră în reacție cu 3 moli (3 · 40 g) hidroxid de sodiu. Cele 40 g SnCl_2 vor reacționa cu:

$$\frac{40 \cdot 189,7}{3 \cdot 40} = 63,2 \text{ g NaOH.}$$

O soluție NaOH 1 m conține 40 g NaOH într-un litru de soluție. Dacă soluția utilizată în reacție este molară, cele 63,2 g NaOH se vor găsi în:

$$\frac{63,2 \cdot 1000}{40} = 1580 \text{ cm}^3 \text{ soluție NaOH 1 m.}$$

355. Din minereul de plumb ceruzita, PbCO_3 , conținând 20% impurități s-au obținut 100 kg oxid de plumb. Să se calculeze:

- a) masa de ceruzită folosită;
- b) cantitatea de carbon necesară reducerii oxidului de plumb;
- c) masa de plumb obținută prin reducerea acestui oxid.

Au loc reacțiile:



a) Conform ecuației (1) pentru a se obține 1 mol (223 g) PbO este necesar 1 mol (267 g) PbCO_3 . Cele 100 kg PbO se obțin din:

$$\frac{100 \cdot 267}{223} = 120,2 \text{ kg PbCO}_3.$$

Ceruzita conținând 20% impurități, masa necesară este :

$$\frac{102,2 \cdot 100}{80} = 150,25 \text{ kg PbCO}_3.$$

b) Din ecuația (2) reiese că 1 mol (223 g) PbO intră în reacție cu 1 mol (12 g) C. Cantitatea de carbon necesară reducerii a 100 kg PbO este :

$$\frac{100 \cdot 12}{223} = 5,38 \text{ kg C.}$$

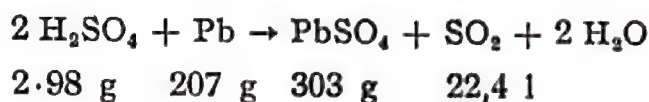
c) Prin reducerea a 1 mol (223 g) PbO se obține 1 mol (207 g) Pb. Din 100 kg PbO rezultă :

$$\frac{100 \cdot 207}{223} = 92,8 \text{ kg Pb.}$$

356. Se încălzesc 9,8 g acid sulfuric concentrat cu granule de plumb. Să se calculeze :

- masa de plumb care va reacționa cu acidul ;
- masa produsului solid obținut ;
- volumul gazului degajat, măsurat la 0° și 1 atm.

Are loc reacția :



a) Din ecuația reacției reiese că 2 moli (2·98 g) H₂SO₄ reacționează cu 1 mol (207 g) Pb. Masa de plumb care va reacționa cu 9,8 g H₂SO₄ este :

$$\frac{9,8 \cdot 207}{196} = 10,35 \text{ g Pb.}$$

b) Cum din reacția a 2 moli (2·98 g) H₂SO₄ cu plumbul se obține 1 mol (303 g) PbSO₄, folosindu-se 9,8 g H₂SO₄ vor rezulta :

$$\frac{9,8 \cdot 303}{196} = 15,15 \text{ g PbSO}_4.$$

c) Intrând în reacție cu Pb 2 moli (2·98 g) H₂SO₄ se degajă 1 mol (22,4 l) SO₂. Volumul bioxidului de sulf obținut, prin participarea la reacție a 9,8 g H₂SO₄, măsurat în condiții normale este

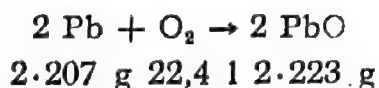
$$\frac{9,8 \cdot 22,4}{2 \cdot 98} = 1,12 \text{ l SO}_2.$$

357. Se prepară oxidul de plumb prin oxidarea a 3,25 kg plumb. Se cere să se determine :

- masa de oxid de plumb obținută ;
- volumul de oxigen necesar ;
- volumul de aer folosit pentru această oxidare.



Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.



a) 2 moli (2 · 207 g) Pb dau prin oxidare 2 moli (2 · 223 g) PbO. Masa de PbO obținută prin oxidarea a 3,25 kg plumb este:

$$\frac{3,25 \cdot 223}{207} = 3,5 \text{ kg.}$$

b) După ecuația reacției, 2 moli (2 · 207 g) Pb sînt oxidați de 1 mol (22,4 l) O₂. Volumul de oxigen necesar pentru oxidarea a 3,25 kg Pb va fi:

$$\frac{3,25 \cdot 22,4}{2 \cdot 207} = 0,176 \text{ m}^3 \text{ O}_2.$$

c) Aerul conținînd, în volume, 20,9% oxigen, volumul de aer folosit pentru această oxidare este:

$$\frac{0,176 \cdot 100}{20,9} = 0,840 \text{ m}^3 \text{ aer.}$$

358. Prin reducerea cu cărbune a casiteritei, SnO₂, se obține 1 t de staniu. Să se determine:

- a) masa de casiterită folosită dacă conține 75% bioxid de staniu;
b) cantitatea de cărbune, cu un procent de 80% carbon, necesară.

Răspuns: a) 1,7 t casiterită; b) 101 kg cărbune

359. Să se calculeze masa de plumb conținută în 100 g galenă, Pb S, și în 100 g ceruzită, Pb CO₃, mineralele fiind lipsite de impurități.

Răspuns: 86,6 g Pb; 77,5 g Pb

360. 1 tonă de galenă este oxidată prin prăjire în cuptor în prezența aerului și oxidul de plumb rezultat este redus cu cărbune. Să se calculeze:

- a) masa de plumb obținută;
b) volumul de bioxid de sulf rezultat, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns: a) 866 kg Pb; b) 93,7 m³ SO₂

361. Prin oxidarea progresivă a plumbului s-au obținut 137 kg miniu, Pb₃O₄. Se cere:

- a) masa de plumb folosită;
b) volumul de aer, măsurat la 0° și 1 atm, necesar acestei oxidări.

Răspuns: a) 124,2 kg Pb; b) 44,8 m³ aer

362. Se tratează 20 g oxid de plumb, PbO , cu acid acetic. Să se calculeze cantitatea de acetat de plumb care se obține.

Răspuns: 29,1 g $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

363. Prin prăjirea în aer a 50 g minereu de plumb s-au obținut 4,48 l bioxid de sulf. Să se determine:

- a) masa sulfurii de plumb conținută în cele 50 g minereu;
- b) masa oxidului de plumb rezultat.

Răspuns: a) 47,8 g PbS ; b) 44,6 g PbO

364. Care este creșterea de masă dacă se transformă 10 g plumb în:

- a) oxid de plumb, PbO ;
- b) bioxid de plumb, PbO_2 ;
- c) miniu, Pb_3O_4 .

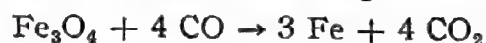
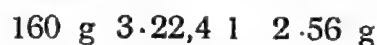
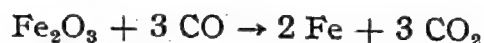
Răspuns: a) 0,772 g, b) 1,544 g, c) 1,03 g

XX. Metale din grupa a VIII-a a sistemului periodic

365. Considerând 200 kg de oxid feric și aceeași cantitate de oxid feroferic (magnetita) să se determine:

- a) masa de fier care se poate obține din fiecare oxid;
- b) volumul de oxid de carbon necesar reducerii acestor oxizi.

Au loc reacțiile:



a) Prin reducere din 1 mol (160 g) Fe_2O_3 rezultă 2 moli (2 · 56 g) Fe, iar din 1 mol (232 g) Fe_3O_4 se obțin 3 moli (3 · 56 g) Fe. Masa de fier care se obține prin reducerea a 200 kg Fe_2O_3 este:

$$\frac{200 \cdot 2 \cdot 56}{160} = 140 \text{ kg Fe.}$$

Din aceeași cantitate de Fe_3O_4 se obține:

$$\frac{200 \cdot 3 \cdot 56}{232} = 145 \text{ kg Fe.}$$



b) Din ecuațiile chimice reiese că pentru reducerea a 1 mol (160 g) Fe_2O_3 sînt necesari 3 moli (3 · 22,4 l) CO, iar pentru 1 mol (232 g) Fe_3O_4 4 moli (4 · 22,4 l) CO. Pentru reducerea a 160 kg Fe_2O_3 sînt necesari 3 · 22,4 m³ CO. Reducerea a 200 kg Fe_2O_3 va necesita:

$$\frac{200 \cdot 3 \cdot 22,4}{160} = 84 \text{ m}^3 \text{ CO},$$

iar reducerea a 200 kg Fe_3O_4 :

$$\frac{200 \cdot 4 \cdot 22,4}{232} = 77,2 \text{ m}^3 \text{ CO}.$$

366. La obținerea fontei în furnal se folosește un minereu care conține 75% oxid feric. Să se calculeze pentru 1 tonă fontă cu un conținut de 2,5% C, rezultată din furnal:

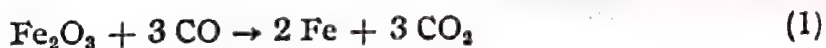
a) masa de minereu intrată în reacție;

b) masa de cocs întrebuințată, dacă cocsul conține 85% C.

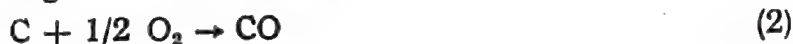
1 tonă fontă, cu un procent de 2,5% carbon, conține:

$$975 \text{ kg Fe} \quad \text{și} \quad 25 \text{ kg C}$$

În furnal, oxidul Fe_2O_3 este redus de CO și acesta provine din arderea cocsului:



$$160 \text{ g} \qquad \qquad 2 \cdot 56 \text{ g}$$



$$12 \text{ g}$$

a) Din ecuația (1) rezultă că din 1 mol (160 g) Fe_2O_3 se obțin 2 moli (2 · 56 g) Fe. Pentru a se obține 975 kg Fe vor trebui să intre în reacție:

$$\frac{975 \cdot 160}{2 \cdot 56} = 1392,8 \text{ kg } \text{Fe}_2\text{O}_3.$$

Cantitatea de minereu necesară, ținînd seama că el conține 75% Fe_2O_3 va fi:

$$\frac{1392,8 \cdot 100}{75} = 1857,1 \text{ kg minereu}$$

b) Din ecuațiile (1) și (2) rezultă că pentru a reduce 1 mol (160 g) Fe_2O_3 sînt necesari 3 moli (3 · 12 g) carbon.

Masa de carbon întrebuințată pentru reducerea a 1392,8 kg Fe_2O_3 este:

$$\frac{1392,8 \cdot 3 \cdot 12}{160} = 313,3 \text{ kg C}.$$

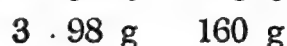
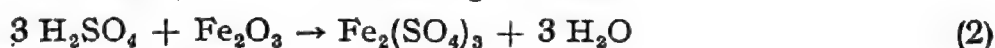
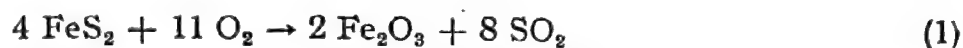
Cocsul folosit va fi:

$$\frac{(313,3 + 25) \cdot 100}{85} = 398 \text{ kg cocs}.$$

367. Din 150 kg de pirită rezultă prin ardere 33,6 m³ bioxid de sulf și 60 kg oxid feric. Să se calculeze:

- procentele de fier, sulf și impurități de minereu;
- volumul de acid sulfuric 1 m care poate reacționa cu oxidul feric rezultat din reacție;
- cantitatea de hidroxid de sodiu (în kg și în moli) care transformă bioxidul de sulf în sulfat acid de sodiu.

Au loc reacțiile:



a) Masă moleculară a SO₂ fiind 64 și volumul molar 22,4 l calculăm densitatea:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{64}{22,4} = 2,86 \text{ g/l.}$$

Masa SO₂ rezultată din arderea a 150 kg pirită, exprimată în kg, va fi:

$$m = V \cdot \rho = 33,6 \cdot 2,86 = 96 \text{ kg SO}_2$$

și conține:

$$\frac{96 \cdot 32}{64} = 48 \text{ kg S.}$$

Cum 1 mol (160 g) Fe₂O₃ conține 2 moli (2 · 56 g) Fe, cele 60 kg Fe₂O₃ obținute prin arderea piritei conțin:

$$\frac{60 \cdot 112}{160} = 42 \text{ kg Fe.}$$

Procentele de Fe, S și impurități din minereu sînt:

$$\text{Fe}\% = \frac{100 \cdot 42}{150} = 28$$

$$\text{S}\% = \frac{100 \cdot 48}{150} = 32$$

$$\text{Impurități \%} = 100 - (28 + 32) = 40.$$

b) Conform ecuației (2) 1 mol (160 g) Fe₂O₃ reacționează cu 3 moli (3 · 98 g) H₂SO₄. Cele 60 kg Fe₂O₃ vor intra în reacție cu:

$$\frac{60 \cdot 3 \cdot 98}{160} = 85,25 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$$



Cum o soluție H_2SO_4 1 m conține 98 g H_2SO_4 la 1 l de soluție, 85 250 g H_2SO_4 se vor găsi în :

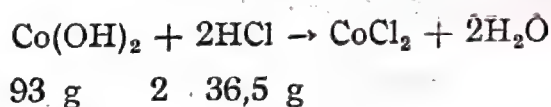
$$\frac{1 \cdot 85\,250}{98} = 869,8 \text{ l soluție } \text{H}_2\text{SO}_4, 1 \text{ m}$$

c) Din ecuația (3) rezultă că 1 mol (40 g) NaOH reacționează cu 1 mol (22,4 l) SO_2 . Cantitatea de NaOH care transformă 33,6 m³ SO_2 în NaHSO_3 este :

$$\frac{33,6 \cdot 40}{22,4} = 60 \text{ kg NaOH}$$

Masa moleculară a NaOH este 40 și 1 mol NaOH = 40 g NaOH deci 60 000 g NaOH reprezintă : $60\,000 : 40 = 1\,500$ moli NaOH.

368. S-au consumat 60 cm³ de soluție acid clorhidric cu densitatea 1,10 g/cm³ pentru dizolvarea unui precipitat de hidroxid de cobalt. Soluția de acid clorhidric de densitate 1,10 g/cm³ conține 20,2% acid. Ce cantitate de hidroxid de cobalt s-a dizolvat?



Masa a 60 cm³ soluție HCl este :

$$m = V \cdot \rho = 60 \cdot 1,10 = 66 \text{ g.}$$

Cum în 100 g soluție se găsesc 20,2 g HCl, cele 66 g soluție vor conține :

$$\frac{66 \cdot 20,2}{100} = 13,3 \text{ g HCl}$$

Din ecuația reacției rezultă că 2 moli (2 · 36,5 g) HCl reacționează cu 1 mol (93 g) Co(OH)_2 . Cantitatea de Co(OH)_2 care intră în reacție cu 13,3 g HCl va fi :

$$\frac{13,3 \cdot 93}{2 \cdot 36,5} = 16,9 \text{ g } \text{Co(OH)}_2$$

369. Se reduc 8 g de oxid feric cu oxid de carbon. Să se determine :

- volumul minim de oxid de carbon necesar, măsurat la 0° și 1 atm ;
- masa bioxidului de carbon format,

Răspuns : a) 3,4 l CO ; b) 6,6 g CO₂

370. Un furnal înalt furnizează zilnic 750 t fontă cu un procent de 2,5% carbon. Să se calculeze :

- masa de coals care participă la reacție, dacă acesta conține 90% carbon ;
- masa de minereu necesară cu un conținut de 75% oxid feric.

Răspuns : a) 264,73 t coals ; b) 141,2 t minereu

371. Se ard 10 t minereu care conține 50% sulfură de fier, FeS_2 . Se cere:

- a) volumul de bioxid de sulf obținut;
- b) volumul de aer necesar arderii sulfurii;
- c) masa de oxid feric rezultat.

Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns: a) 1866,7 m³ SO_2 ; b) 25 667 m³ aer; c) 3333 kg Fe_2O_3

372. Se obține prin încălzirea la incandescență a fierului fin divizui 11,6 g oxid fero-feric. Să se determine:

- a) masa de fier folosită;
- b) volumul de aer, măsurat în condiții normale, necesar acestei oxidări.

Răspuns: a) 8,4 g Fe; b) 11,2 l aer.

373. Asupra a 8 g pilitură de fier acționează acid sulfuric 1 n. Să se calculeze:

- a) volumul de hidrogen obținut, măsurat la 0° și 1 atm;
- b) masa de acid sulfuric conținută în soluția care a reacționat cu fierul;
- c) volumul de acid sulfuric 1 n folosit.

Răspuns: a) 3,2 l H_2 ; b) 14 g H_2SO_4 ; c) 285,7 cm³ H_2SO_4 1 n

374. Să se determine cantitatea de acid sulfuric 10%, necesară pentru a reacționa cu 2 g fier ce conține 10% impurități.

Răspuns: 30 cm³ H_2SO_4 10%

375. Se precipită din 50 cm³ soluție de clorură ferică 0,5 n fierul sub formă de hidroxid feric. Câți cm³ de soluție de hidroxid de sodiu n sînt necesari?

Răspuns: 25 cm³ NaOH n

XXI. Analiza substanțelor organice

376. Care este formula brută și formula moleculară a unei substanțe organice conținând 84,2% carbon și 15,8% hidrogen, știind că masa moleculară este 112:

$$\text{C} = 12$$

$$\text{H} = 1$$

Formula compusului organic considerat este:



x și y sînt numere întregi. Compoziția unei molecule va fi:

Carbon: $12x$

Hidrogen: y

Scriem proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală:

$$\frac{12x}{84,2} = \frac{y}{15,8}$$

Dînd lui x valoarea arbitrară 1, rezultă

$$y = \frac{12 \cdot 15,8}{84,2} = 2.$$

Formula brută a compusului considerat este CH_2 .

Putem folosi și o altă metodă. Împărțim fiecare din cifrele care arată compoziția procentuală la masa atomică a elementului respectiv. Rapoartele obținute le împărțim apoi la cel mai mic dintre ele:

$$\text{C: } \frac{84,2}{12} = 7,01 \qquad \frac{7,01}{7,01} = 1.$$

$$\text{H: } \frac{15,8}{1} = 15,8 \qquad \frac{15,8}{7,01} = 2.$$

Obținem aceeași formulă. Deci formula cea mai simplă care reprezintă rezultatele analizei este:



Dar, toți multiplii întregi ai acestei formule vor corespunde de asemenea rezultatelor analizei și formula va fi:



n fiind un număr întreg. Masa moleculară corespunzătoare acestei formule $(\text{CH}_2)_n$ este $(12 + 2)n$ și ea este egală cu 112. Obținem ecuația.

$$14n = 112, \text{ de unde } n = 8$$

Formula moleculară a substanței este:



377. O substanță organică are formula brută CH_2O . Cunosîndu-se că molecula conține un singur atom de hidrogen acid, care înlocuit cu argint dă un compus ce conține 64,68% argint, să se determine formula moleculară a substanței.

$$\text{C} = 12$$

$$\text{H} = 1$$

$$\text{O} = 16$$

$$\text{Ag} = 108$$

Dacă formula brută, care reprezintă rezultatele analizei elementare este:



toți multiplii întregi ai acestei formule, adică toate formulele de forma:



în care n este un număr întreg oarecare, corespund rezultatelor analizei.

Cînd substanța conține un atom de hidrogen înlocuit cu Ag formula sa este:



și are compoziția moleculară:

Carbon: $12x$

Hidrogen: $2x - 1$

Oxigen: $16x$

Argint: 108

100 g din această substanță conține 64,68 g Ag și 35,32 g $\text{C}_x\text{H}_{2x-1}\text{O}_x$ cu compoziția moleculară:

Carbon: $12x$

Hidrogen: $2x - 1$

Oxigen: $16x$

Scriind proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală

$$\frac{12x + 2x - 1 + 16x + 108}{100} = \frac{12x + 2x - 1 + 16x}{35,32}$$

rezultă $(30x + 107) 35,32 = (30x - 1) 100$

$$x \approx 2$$

Formula moleculară a substanței este:



378. O substanță organică formată din carbon, hidrogen și oxigen conține 39,6% carbon și 7,7% hidrogen. Care este formula moleculară a substanței, știind că în molecu'ă se găsesc 6 atomi de oxigen?

Se dă compoziția procentuală a substanței:

$$\text{C}\% = 39,6$$

$$\text{H}\% = 7,7$$

Procentul de oxigen se obține scăzînd din 100 suma procentelor celorlalte elemente:

$$\text{O}\% = 100 - (39,6 + 7,7) = 52,7$$



Formula moleculară a substanței este :



unde x , y și z sînt numere întregi. Compoziția unei molecule este :

Carbon : $12x$

Hidrogen : y

Oxigen : $z = 6$

Scriem proporționalitatea între compoziția moleculară și compoziția procentuală :

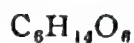
$$\frac{12x}{39,6} = \frac{y}{7,7} = \frac{16z}{52,7} \text{ sau}$$

$$\frac{y}{z} = \frac{12 \cdot 7,7}{39,6} = \frac{7}{3}$$

$$\frac{z}{x} = \frac{12}{39,6} \cdot \frac{52,7}{16} = 1.$$

Cum $z = 6$, rezultă $x = 6$ și $y = 14$

Substanța are deci formula :



379. O hidrocarbură gazoasă dă prin arderea a 145 cm^3 măsurați în condiții normale, $0,854 \text{ g}$ bioxid de carbon și $0,350 \text{ g}$ apă. Să se determine formula moleculară a substanței.

Pentru calculul formulei moleculare determinăm compoziția procentuală a substanței și masa sa moleculară.

Compoziția procentuală a substanței :

Știm că 44 g de CO_2 conține 12 g C și deci masa carbonului conținută în $0,854 \text{ g}$ CO_2 va fi :

$$\frac{12}{44} \cdot 0,854 = 0,232 \text{ g C.}$$

La 18 g H_2O corespund 2 g hidrogen, masa hidrogenului din $0,350 \text{ g}$ H_2O este :

$$\frac{2}{18} \cdot 0,350 = 0,04 \text{ g H.}$$

Substanța fiind o hidrocarbură, este formată numai din carbon și hidrogen și are masa :

$$0,232 + 0,04 = 0,272 \text{ g}$$

Deoarece 0,272 g substanță conține 0,232 g C și 0,04 g H compoziția procentuală este:

$$C\% = \frac{100 \cdot 0,232}{0,272} = 85,3.$$

$$H\% = \frac{100 \cdot 0,04}{0,272} = 14,7$$

Calculăm numărul de moli de substanță căruia i s-a făcut analiza ținând seamă că un mol dintr-un gaz în condiții normale ocupă volumul 22,4 l. Cei 145 cm³ reprezintă:

$$\frac{145}{22400} = 0,0064 \text{ moli.}$$

Masa unei substanțe fiind egală cu numărul de moli înmulțit cu masa moleculară, rezultă:

$$M = \frac{m \text{ (în grame)}}{\text{numărul de moli}} \text{ și deci:}$$

$$M = \frac{0,272}{0,0064} = 42.$$

Formula moleculară a substanței este:



x și y fiind numere întregi. Compoziția moleculară este:

Carbon : 12 x

Hidrogen : y

Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și cea procentuală.

$$\frac{12x}{85,3} = \frac{y}{14,7} = \frac{M}{100} = \frac{42}{100}.$$

Rezultă:

$$x = \frac{42 \cdot 85,3}{12 \cdot 100} \approx 3$$

$$y = \frac{42 \cdot 14,7}{100} \approx 6.$$

Deci, formula moleculară a hidrocarburii este:



380. Analiza elementară a unei substanțe organice conținând carbon, hidrogen și oxigen a dat următoarele rezultate :

Din 0,373 g de substanță s-au obținut, după combustie completă 0,886 g bioxid de carbon și 0,453 g de apă. Pe de altă parte, vaporii substanței organice au densitatea în raport cu aerul 2,55. Să se determine :

- a) compoziția procentuală ;
b) formula moleculară a substanței.

a) Știind că 44 g de CO_2 conțin 12 g C, masa carbonului conținută în 0,886 g CO_2 este :

$$\frac{12 \cdot 0,886}{44}$$

Această masă de C fiind conținută în 0,373 g de substanță, carbonul conținut în 100 g de substanță este deci :

$$\text{C}\% = \frac{12 \cdot 0,886}{44 \cdot 0,373} \cdot 100 = 64,84.$$

Cum 18 g H_2O conțin 2 g hidrogen și culegându-se 0,453 g H_2O prin combustia a 0,373 g de substanță, masa de hidrogen conținută în 100 g substanță este :

$$\text{H}\% = \frac{2 \cdot 0,453}{18 \cdot 0,373} \cdot 100 = 13,5.$$

Oxigenul nu este niciodată obținut din analiză. Procentul de oxigen se stabilește prin calcul, scăzând din 100 suma procentelor celorlalte elemente obținute din analiză.

$$\text{O}\% = 100 - (64,84 + 13,5) = 21,66$$

b) După legea lui Avogadro, masa moleculară apropiată a substanței este :

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 2,55 = 74$$

Formula substanței este :



x, y și z fiind numere întregi. Compoziția moleculară este :

Carbon : 12 x

Hidrogen : y

Oxigen : 16 z

Scriind că este proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală, obținem

$$\frac{12x}{64,84} = \frac{y}{13,5} = \frac{16z}{21,66} = \frac{12x + y + 16z}{100} = \frac{M}{100} = \frac{74}{100}$$

de unde :

$$x = \frac{74 \cdot 64,84}{1\,200} \approx 4$$

$$y = \frac{74 \cdot 13,5}{100} \approx 10$$

$$z = \frac{74 \cdot 21,66}{1\,600} \approx 1$$

Formula moleculară a substanței este deci :



381. Prin analiza elementară a unei substanțe organice conținând carbon, hidrogen și clor s-au obținut 2,8 l de bioxid de carbon măsurate în condiții normale și 2,25 g apă. La determinarea clorului s-a folosit o masă egală de substanță și s-au obținut 36,5 g clorură de argint.

Pe de altă parte, vaporii substanței au densitatea, în raport cu aerul 2,9. Care este formula moleculară a substanței ?

$$\text{C} = 12$$

$$\text{H} = 1$$

$$\text{Cl} = 35,5$$

a) Cum 22,4 l CO_2 conțin 12 g C, la 2,8 l CO_2 corespund :

$$\frac{2,8}{22,4} \cdot 12 = 1,5 \text{ g C.}$$

18 g de apă conțin 2 g hidrogen, masa de hidrogen conținută în 2,25 g H_2O este :

$$\frac{2,25}{18} \cdot 2 = 0,25 \text{ g H}_2.$$

143,5 g AgCl conțin 35,5 g clor, masa de clor conținută în 36,5 g AgCl este :

$$\frac{36,5}{143,5} \cdot 35,5 = 9,2 \text{ g Cl}_2.$$

Masa substanței organice căreia i s-a făcut analiza elementară este deci :

$$1,5 + 0,25 + 9,2 = 10,95 \text{ g}$$

Ținând seama că în 10,63 g substanță se găsesc 1,5 g carbon, 0,25 g hidrogen și 8,8 g clor, compoziția procentuală a substanței este :

$$\text{C}\% = \frac{100 \cdot 1,5}{10,63} = 14,11$$

$$\text{H}\% = \frac{100 \cdot 0,25}{10,63} = 2,35$$

$$\text{Cl}\% = \frac{100 \cdot 8,8}{10,63} = 83,54$$

Cum $C\% + H\% + Cl\% = 14,11 + 2,35 + 83,54 = 100$ se poate afirma că substanța nu conține oxigen.

b) Masa moleculară apropiată a substanței este:

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 2,9 = 84$$

c) Formula substanței este:



x, y, z fiind numere întregi. Compoziția unei molecule este:

Carbon : $12x$

Hidrogen : y

Clor : $35,5z$

Scriind că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală obținem:

$$\frac{12x}{14,11} = \frac{y}{2,35} = \frac{35,5z}{83,54} = \frac{12x + y + 35,5z}{100} = \frac{84}{100}$$

de unde:

$$x = \frac{14,11 \cdot 84}{1200} \approx 1$$

$$y = \frac{235 \cdot 84}{100} \approx 2$$

$$z = \frac{83,54 \cdot 84}{3550} \approx 2$$

Formula moleculară a substanței organice este:



382. Din 0,576 g substanță organică formată din carbon, hidrogen și oxigen se obține prin combustie completă 1,312 g bioxid de carbon și 0,535 g apă.

Pe de altă parte, depresiunea punctului de topire a unei soluții conținând 3,5 g de substanță la litru de apă este $0,11^\circ$. Să se determine:

a) compoziția procentuală;

b) formula moleculară a substanței.

a) Cum 44 g CO_2 conțin 12 g de C, masa de carbon conținută în m_1 g CO_2 este

$$\frac{12m_1}{44}$$

Acest carbon fiind conținut în m grame de substanță organică, masa de carbon conținută în 100 g de substanță este deci

$$C\% = \frac{12 m_1 \cdot 100}{44 m} \quad (1)$$

La 18 g H_2O corespund 2 g hidrogen. Masa de hidrogen conținută în m_2 grame de apă este :

$$\frac{2 m_2}{18}$$

Acest hidrogen fiind conținut în m g de substanță organică, masa de hidrogen conținută în 100 g de substanță este deci :

$$H \% = \frac{2m_2 \cdot 100}{18 m} \quad (2)$$

Ținând seama de (1) și (2), compoziția procentuală a substanței date este :

$$C\% = \frac{12 \cdot 1,312}{44} \cdot \frac{100}{0,576} = 62,1$$

$$H \% = \frac{2 \cdot 0,535}{18} \cdot \frac{100}{0,576} = 10,3$$

$$O \% = 100 - (62,1 + 10,3) = 27,6$$

b) Masa moleculară a substanței o aflăm prin metoda crioscopică.
Folosim formula :

$$M = K_c \cdot \frac{1000}{\Delta t} c$$

Constanța crioscopică a apei este $K_c = 1,87^\circ$, concentrația soluției $c = \frac{3,5}{1000} = 0,0035$ iar depresiunea punctului de topire $\Delta t = 0,11^\circ$.
Rezultă

$$M = \frac{1,87 \cdot 1000}{0,11} \cdot 0,0035 = 59.$$

Fie $C_xH_yO_z$ formula moleculară a substanței. Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală.

$$\frac{12x}{62,1} = \frac{y}{10,3} = \frac{16z}{27,6} = \frac{59}{100}$$

de unde :

$$x = \frac{59 \cdot 62,1}{1200} \simeq 3$$

$$y = \frac{59 \cdot 10,3}{100} \simeq 6$$

$$z = \frac{59 \cdot 27,6}{1600} \simeq 1$$

Formula moleculară a substanței organice este deci :



303. Din 0,250 g substanță organică s-a obținut prin ardere 0,580 g dioxid de carbon și 0,200 g apă. Pe de altă parte, depresiunea punctului de topire a unei soluții de substanță în benzen de concentrație 1/50 este 0,87°. Să se determine :

- a) compoziția procentuală ;
b) formula moleculară a acestei substanțe.
a) Compoziția procentuală a substanței:

$$\text{C}\% = \frac{12 \cdot 0,580 \cdot 100}{44 \cdot 0,250} = 63,3$$

$$\text{H}\% = \frac{2 \cdot 0,200 \cdot 100}{18 \cdot 0,250} = 8,9$$

$$\text{O}\% = 100 - (63,3 + 8,9) = 27,8$$

- b) Masa moleculară o obținem folosind formula din crioscopie :

$$M = K_c \frac{1000}{\Delta t} c$$

Constanta crioscopică a benzenului este $K_c = 5,2^\circ$. Cunoscând concentrația $c = \frac{1}{50}$ și depresiunea punctului de topire $\Delta t = 0,87^\circ$ obținem :

$$M = \frac{5,2 \cdot 1000 \cdot 0,02}{0,87} = 119$$

Formula moleculară a substanței este :



x y și z fiind numere întregi. Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și cea procentuală :

$$\frac{12x}{63,3} = \frac{y}{8,9} = \frac{16z}{27,8} = \frac{12x + y + 16z}{100} = \frac{119}{100}$$

obținem :

$$x = \frac{119 \cdot 63,3}{1200} \simeq 6$$

$$y = \frac{119 \cdot 8,9}{100} \simeq 10$$

$$z = \frac{119 \cdot 27,8}{1600} \simeq 2$$

Formula moleculară a substanței este :



384. La analiza elementară a unei substanțe organice s-a obținut prin arderea a 0,356 g substanță 0,990 g bioxid de carbon și 0,200 g apă.

Pe de altă parte, arderea a 0,237 g din aceeași substanță a dat 37,6 cm³ de azot măsurat la 18° C și presiunea 734,7 mm Hg.

Densitatea în raport cu aerul a vaporilor substanței este 2,75. Să se determine formula moleculară a substanței.

$$C = 12$$

$$H = 1$$

$$O = 16$$

$$N = 14$$

Compoziția procentuală a substanței

$$C\% = \frac{12 \cdot 0,99 \cdot 100}{44 \cdot 0,356} = 75,8$$

$$H\% = \frac{2 \cdot 0,20 \cdot 100}{18 \cdot 0,356} = 6,2$$

Volumul de azot în condiții normale, îl obținem aplicând legea gazelor:

$$pV = p_0 V_0 (1 + \alpha t)$$

$$V_0 = V \frac{p}{p_0} \frac{1}{1 + \alpha t} = 37,6 \cdot \frac{734,7}{760} \cdot \frac{1}{1 + \frac{18}{273}} = 33,57 \text{ cm}^3$$

Masa de azot conținută în 0,237 g substanță este:

$$m = 33,57 \cdot \frac{28}{22400} = 0,0426 \text{ g}$$

de unde:

$$N\% = \frac{100 \cdot 0,0426}{0,237} = 18$$

Făcând suma: 75,8 + 6,2 + 18 = 100, rezultă că substanța nu conține oxigen. Masa moleculară apropiată a substanței.

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 2,75 = 80$$

Formula moleculară a substanței este



x, y, z fiind numere întregi. Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală:

$$\frac{12x}{75,8} = \frac{y}{6,2} = \frac{14z}{18} = \frac{12x + y + 14z}{100} = \frac{80}{100}$$

de unde :

$$x = \frac{80 \cdot 75,8}{1 \cdot 200} = 5,05 \approx 5,$$

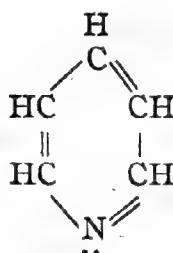
$$y = \frac{80 \cdot 6,2}{100} = 4,96 \approx 5$$

$$z = \frac{80 \cdot 18}{1 \cdot 400} = 1,03 \approx 1$$

Substanța căreia i s-a făcut analiza are forma moleculară :



O substanță uzuală ce corespunde acestei formule este piridina



385. Efectuînd analiza elementară a unei substanțe organice care conține azot, din 0,295 g s-au obținut 0,440 g bioxid de carbon și 0,225 g apă. Prin o a doua operație asupra unei mase egale de substanță s-au obținut 55,8 cm³ de azot măsurat în condiții normale.

Pe de altă parte, densitatea vaporilor substanței considerate în raport cu aerul este 2,05. Să se determine :

- a) compoziția procentuală ;
- b) formula moleculară a substanței.

a) Compoziția procentuală

$$\text{C}\% = \frac{12 \cdot 0,440}{44 \cdot 0,295} \cdot 100 = 40,7$$

$$\text{H}\% = \frac{2 \cdot 0,225 \cdot 100}{18 \cdot 0,295} = 8,5$$

Masa de azot conținută în 0,440 g este :

$$m = V \cdot \rho = 55,8 \cdot \frac{28}{22 \cdot 400}$$

deci :

$$\text{N}\% = \frac{28 \cdot 55,8}{22 \cdot 400} \cdot \frac{100}{0,295} = 23,6$$

$$\text{O}\% = 100 - (40,7 + 8,5 + 23,6) = 27,2$$

b) Calculăm masa moleculară a substanței folosindu-ne de legea lui Avogadro

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 2,05 = 59,04$$

Formula moleculară a substanței organice este :



x, y, z, u fiind numere întregi. Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală.

$$\frac{12x}{40,7} = \frac{y}{8,5} = \frac{16z}{27,2} = \frac{14u}{23,6} = \frac{12x + y + 16z + 14u}{100} = \frac{59,04}{100}$$

rezultă :

$$x = \frac{59,04 \cdot 40,7}{1200} \approx 2$$

$$y = \frac{59,04 \cdot 8,5}{100} \approx 5$$

$$z = \frac{59,4 \cdot 27,2}{1600} \approx 1$$

$$u = \frac{59,04 \cdot 23,6}{1400} \approx 1$$

Formula moleculară a substanței este deci :



386. Prin arderea a 2,15 g hidrocarbură s-au format 6,6 g bioxid de carbon. Să se stabilească formula moleculară a hidrocarburii știind că masa sa moleculară este 86.

Răspuns : C_6H_{14}

387. O substanță organică formată din carbon, hidrogen și oxigen conține 64,9% carbon și 13,5% hidrogen. Care este formula moleculară a substanței, știind că în moleculă se găsește 1 atom de oxigen.

Răspuns : $C_4H_{10}O$

388. O hidrocarbură gazoasă dă prin arderea a 112 cm³, măsurați în condiții normale, 0,22 g bioxid de carbon și 0,18 g apă. Să se determine formula moleculară a substanței.

Răspuns : CH_4

389. Analiza elementară a unei substanțe organice conținând carbon, hidrogen și oxigen a dat următoarele rezultate : Din 0,69 g substanță s-au obținut, după combustia completă, 1,32 g bioxid de carbon și 0,81 g apă. Densitatea vaporilor acestei

substanțe în raport cu hidrogenul este 23. Să se stabilească formula moleculară a substanței.

Răspuns: C_2H_6O . Dintre substanțele organice cu această formulă moleculară cea mai importantă este etanolul, $CH_3 - CH_2OH$.

390. Prin analiza unei substanțe organice conținând carbon, hidrogen și clor s-au obținut 5,6 l bioxid de carbon, măsurați la 0° și 1 atm și 2,25 g apă. La determinarea clorului s-a folosit o masă egală de substanță și s-au obținut 107,6 g clorură de argint. Vaporii substanței au densitatea în raport cu aerul 4,13. Care este formula moleculară a substanței?

Răspuns: $CHCl_3$

391. Din 0,7453 g de substanță organică formată din carbon, hidrogen și oxigen se obțin prin combustie completă 1,771 g bioxid de carbon și 0,9066 g de apă. Pe de altă parte, substanța fiind vaporizată la 100° sub presiunea de 750 mm Hg s-a găsit că 528,5 cm^3 din acești vapori au masa 1,28 g. Să se determine:
- compoziția procentuală;
 - formula moleculară a substanței.

Răspuns: a) $C\% = 64,8$; $H\% = 13,5$; $O\% = 21,7$
b) $C_4H_{10}O$

392. Din 0,182 g substanță organică s-au obținut prin ardere 0,264 g bioxid de carbon și 0,126 g de apă. Pe de altă parte, depresiunea punctului de topire a unei soluții conținând 5 g de substanță la litru de apă este $0,05^\circ$. Să se determine:
- compoziția procentuală;
 - formula moleculară a substanței.

Răspuns: a) $C\% = 39,6$; $H\% = 7,7$; $O\% = 52,7$;
b) $C_6H_{14}O_6$

393. Efectuând analiza unei substanțe organice care conține azot din 0,141 g s-au obținut 0,40 g bioxid de carbon și 0,097 g de apă. Prin a doua operație din 0,186 g de substanță s-au obținut 0,028 g de azot. Densitatea vaporilor acestei substanțe, în raport cu aerul fiind 3,23 stabiliți formula sa moleculară.

Răspuns: $C\% = 77,4$; $H\% = 7,6$; $N\% = 15,1$;
 C_6H_7N . O substanță organică importantă, cu această formulă moleculară, este anilina: $C_6H_5 - NH_2$

394. O substanță organică care conține azot are densitatea vaporilor săi în raport cu aerul egală cu 4,05. Prin arderea completă a 0,117 g din această substanță s-au

obținut 0,220 g bioxid de carbon și 0,099 g de apă. Prin o a doua operație asupra unei mase egale de substanță au rezultat 11,2 cm³ de azot măsurați în condiții normale de temperatură și presiune. Se cere :

- a) masa moleculară a substanței ;
- b) compoziția procentuală ;
- c) formula moleculară.

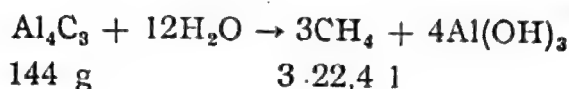
Răspuns : a) $M = 117$; b) $C\% = 51,3$; $H\% = 9,4$;
 $N\% = 12$; $O\% = 27,3$; c) $C_5H_{11}NO_3$

395. La analiza elementară a unei substanțe organice s-a obținut prin arderea a 0,165 g substanță 0,121 g bioxid de carbon și 0,099 g apă. Pe de altă parte din aceeași masă de substanță s-au obținut 61,6 cm³ de azot, măsurați la 0° și 1 atm. Se cere :
- a) compoziția procentuală ;
 - b) formula moleculară,
- știind că o soluție din această substanță conținând 12 g la litru de apă dă o depresiune a punctului de topire de 0,37°.

Răspuns : a) $C\% = 20\%$; $H\% = 6,7$; $N\% = 46,7$;
 $O\% = 26,6$; b) CON_2H_4 (ureea)

XXII. Hidrocarburi saturate

396. Prin acțiunea apei acidulate asupra a 30 g carbură de aluminiu s-au obținut 10 l de metan. Admițând că reacția a fost completă să se determine conținutul în impurități al carburii.



Din ecuația reacției reiese că dintr-un mol (144 g) Al_4C_3 rezultă 3 moli ($3 \cdot 22,4$) CH_4 . Cantitatea de Al_4C_3 care participă la reacție pentru obținerea celor 10 l CH_4 este :

$$\frac{10 \cdot 144}{3 \cdot 22,4} = 21,4 \text{ g } Al_4C_3$$

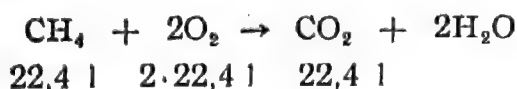
Conținutul în impurități în cele 30 g carbură utilizată va fi :

$$30 - 21,4 = 8,6 \text{ g}$$

sau exprimat la % :

$$\frac{100 \cdot 8,6}{30} = 28,6.$$

- 397.** Combustia completă a unui volum oarecare de metan a necesitat 106,67 l de aer. Să se calculeze volumul de metan întrebuințat. Ce volum vor ocupa gazele de ardere după condensarea apei?



Folosindu-se 106,67 l de aer și cum aerul conține în volume 21% O_2 , volumul de oxigen care a participat la reacție este:

$$\frac{106,67 \cdot 21}{100} = 22,4 \text{ l } \text{O}_2$$

Ecuția reacției ne arată că 2 moli ($2 \cdot 22,4 \text{ l}$) O_2 reacționează cu 1 mol ($22,4 \text{ l}$) CH_4 . Volumul de CH_4 întrebuințat va fi:

$$\frac{22,4 \cdot 22,4}{2 \cdot 22,4} = 11,2 \text{ l } \text{CH}_4$$

Cum prin arderea a $22,4 \text{ l } \text{CH}_4$ rezultă $22,4 \text{ l } \text{CO}_2$, volumul ocupat de gazele de ardere după condensarea apei este:

$$\frac{11,2 \cdot 22,4}{22,4} = 11,2 \text{ l } \text{CO}_2$$

- 398.** Se arde un amestec de 15 cm^3 hidrocarbură gazoasă cu 60 cm^3 oxigen. După ce s-au condensat vaporii de apă au rezultat $37,5 \text{ cm}^3$ gaze de ardere care se reduc prin absorbție în soluție de hidroxid de potasiu la $7,5 \text{ cm}^3$. Să se stabilească formula moleculară a hidrocarburii.

Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm .

Din $37,5 \text{ cm}^3$ gaze de ardere au rămas după absorbția CO_2 de către KOH $7,5 \text{ cm}^3$. Gazul rămas ($7,5 \text{ cm}^3$) poate fi oxigenul în exces, sau hidrocarbura în exces. Rezultă astfel două direcții de a rezolva problema.

a) Presupunem oxigenul în exces.

Prin arderea hidrocarburii au rezultat:

$$37,5 - 7,5 = 30 \text{ cm}^3 \text{CO}_2$$

În condiții normale 1 mol (44 g) CO_2 ocupă volumul de $22,4 \text{ l}$. Masa, în grame, a $30 \text{ cm}^3 \text{CO}_2$ este:

$$\frac{44 \cdot 0,03}{22,4} = 0,059 \text{ g } \text{CO}_2$$

Fiind dat că $44 \text{ g } \text{CO}_2$ conțin $12 \text{ g } \text{C}$, masa carbonului conținută în CO_2 , respectiv în 15 cm^3 de hidrocarbură este:

$$\frac{0,059 \cdot 12}{44} = 0,016 \text{ g } \text{C}$$

Ajungem la același rezultat și mai direct, fără să mai calculăm masa de CO_2 .

Dacă 22,4 l CO_2 corespund la 12 g C, 30 cm^3 CO_2 , în condiții normale conțin :

$$\frac{30 \cdot 12}{22,4} = 0,016 \text{ g C}$$

Cantitatea de oxigen necesară pentru obținerea CO_2 prin arderea a 15 cm^3 de hidrocarbură va fi :

$$0,059 - 0,016 = 0,043 \text{ g O}_2$$

S-au consumat însă :

$$60 - 7,5 = 52,5 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$$

Cum 32 g O_2 ocupă volumul 22,4 l, masa a 52,5 cm^3 este :

$$\frac{0,0525 \cdot 32}{22,4} = 0,075 \text{ g}$$

Cantitatea de oxigen pentru formarea apei este :

$$0,075 - 0,043 = 0,032 \text{ g O}_2$$

Cantitatea de hidrogen din apă echivalent celor 0,032 g O_2 consumați egală cu cantitatea de hidrogen din hidrocarbură se obține ținând seama că în cazul apei la 16 g O_2 corespund 2 g H_2 :

$$\frac{0,032 \cdot 2}{16} = 0,004 \text{ g H}_2$$

Se determină numărul de moli de carbon și hidrogen existenți în hidrocarbură prin împărțirea cantității în grame la masa atomică.

$$0,016 \text{ g C reprezintă } \frac{0,016}{12} = 0,00133 \text{ moli, iar}$$

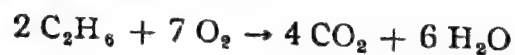
$$0,004 \text{ g hidrogen} = 0,004 \text{ moli.}$$

Raportul C : H existent în hidrocarbură este :

$$\frac{0,00132}{0,004} = \frac{1}{3}$$

Singura hidrocarbură la care raportul C : H = 1 : 3 este etanul : C_2H_6 .

Facem verificarea, scriind ecuația reacției de ardere și calculând raportul volumelor substanțelor care au reacționat :



$$\frac{\text{O}_2}{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{7}{2} = 3,5.$$

Se obține tocmai raportul volumelor date în problemă :

$$\frac{52,5}{15} = 3,5$$

b) *Presupunem hidrocarbura în exces.*

Cantitatea de oxigen care s-a consumat în acest caz este 60 cm³, care reprezintă în grame:

$$\frac{0,06 \cdot 32}{22,4} = 0,086 \text{ g O}_2.$$

Oxigenul consumat pentru obținerea CO₂ este 0,043 g O₂ și calculul este făcut în a).

Oxigenul consumat pentru formarea apei:

$$0,086 - 0,043 = 0,043 \text{ g O}_2$$

și are ca echivalent:

$$\frac{0,043 \cdot 2}{16} = 0,00538 \text{ g H}_2.$$

Determinînd numărul de moli de carbon și hidrogen obținem:

$$\frac{0,016}{12} = 0,00133 \text{ și } \frac{0,00538}{1} = 0,00538.$$

Raportul C : H existent în hidrocarbură este 1 : 4.

Cum cei 7,5 cm³ în exces sînt de hidrocarbură, înseamnă că din aceasta s-au consumat prin ardere numai 15 - 7,5 = 7,5 cm³. Deoarece au rezultat 30 cm³ CO₂, reiese că ar fi vorba de o hidrocarbură cu patru atomi de carbon în moleculă.

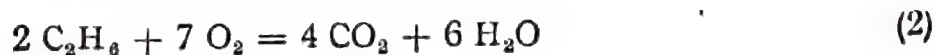
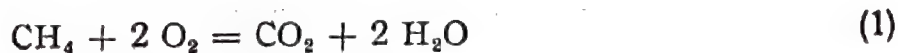
Acest rezultat combinat cu raportul 1 : 4 duce la formula C₄H₁₆, un compus ipotetic, ce nu există.

Mai menționăm că făcînd presupunerea că hidrocarbura este în exces, nu s-a ținut seama că la arderea unei hidrocarburi cu aer insuficient nu se formează numai CO₂ și CO, ci și produse de oxidare ale hidrocarburi, ca cetone etc.

Rezultă că hidrocarbura intrată în reacția de ardere, conform datelor, a fost etanul:



399. La un amestec de metan și etan care ocupă un volum de 20 cm³ se adaugă 62 cm³ de oxigen și se trece o scînteie electrică. Volumul gazelor de ardere (din care apa a fost condensată în prealabil) devine 40 cm³. Prin trecerea gazelor prin soluție de hidroxid de potasiu volumul se micșorează la 16 cm³. Ce compoziție în volume % avea amestecul inițial de metan și etan?
Au loc reacțiile:



Volumul de CO_2 rezultat din reacția de ardere care a fost absorbit de KOH este:

$$40 - 16 = 24 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$$

Să considerăm gazul rămas în exces oxigenul și să notăm volumele de metan și etan:

$$\text{CH}_4 = x$$

$$\text{C}_2\text{H}_6 = 20 - x$$

După cum arată ecuațiile reacțiilor, în cazul arderii CH_4 , din 1 mol CH_4 rezultă 1 mol CO_2 , iar la arderea etanului, din 1 mol C_2H_6 rezultă 2 moli CO_2 .

Putem scrie:

$$x + 2(20 - x) = 24.$$

Rezolvând ecuația rezultă:

$$x = 16$$

Deci 20 cm^3 de amestec de CH_4 și C_2H_6 conțin 16 cm^3 metan și 4 cm^3 C_2H_6 , ceea ce reprezintă:

$$\frac{100 \cdot 16}{20} = 80\% \text{ CH}_4 \text{ și } \frac{100 \cdot 4}{20} = 20\% \text{ C}_2\text{H}_6.$$

Problema se poate rezolva și printr-un raționament mult mai simplu:

1 volum metan dă 1 volum CO_2 , iar un volum etan, 2 volume CO_2 . Deci pentru fiecare cm^3 CO_2 în plus față de volumul amestecului de hidrocarburi, avem 1 cm^3 etan. Cum din 20 cm^3 amestec se obțin 24 cm^3 CO_2 , rezultă $24 - 20 = 4 \text{ cm}^3$ etan și $20 - 4 = 16 \text{ cm}^3$ metan, ceea ce reprezintă 80% metan, 20% etan.

400. Cantitatea de căldură* degajată prin arderea unei cantități de butan corespunzând masei moleculare este 690,2 kcal. Să se calculeze puterea calorică a butanului în kcal/kg și în kcal/ m^3 .

Masa moleculară a C_4H_{10} este 58 și deci un mol de C_4H_{10} reprezintă 58 g = 58 · 10⁻³ kg. Volumul molar este $V = 22,4 \text{ l} = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

Cantitatea de căldură Q obținută prin arderea unui combustibil se calculează folosind formula:

$$Q = m \cdot q$$

unde, m — masa de combustibil, iar q — puterea calorică.

* În această carte s-a folosit ca unitate de măsură pentru cantitatea de căldură caloria. Menționăm însă că în sistemul internațional de unități căldura se măsoară în joule.

$$1 \text{ joule} = 4,185 \text{ calorii.}$$



Rezultă :

$$q = \frac{Q}{m}$$

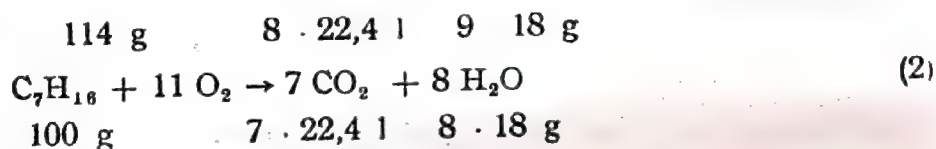
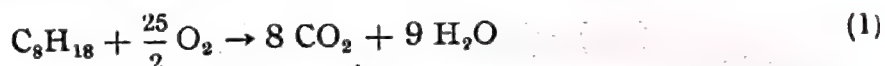
Puterea calorică a butanului în kcal/kg va fi :

$$q = \frac{Q}{m} = \frac{690,2}{58 \cdot 10^{-3}} = 11\,900 \text{ kcal/kg.}$$

Puterea calorică în kcal/m³ :

$$q = \frac{690,2}{22,4 \cdot 10^{-3}} = 30\,800 \text{ kcal/m}^3.$$

401. O benzină a cărei densitate este 0,72 g/cm³ conține 30% octan și 70% heptan. Să se calculeze volumul de bioxid de carbon și masa vaporilor de apă care rezultă prin arderea completă a 1 l din această benzină.



Cantitatea de benzină care se arde este :

$$m = V \cdot \rho = 1\,000 \cdot 0,72 = 720 \text{ g benzină}$$

Ea conține :

$$\frac{720 \cdot 30}{100} = 216 \text{ g C}_8\text{H}_{18} \text{ și } 720 - 216 = 504 \text{ g C}_7\text{H}_{16}.$$

Volumul de CO₂ și masa vaporilor de apă ce rezultă prin arderea a 216 g C₈H₁₈ se obține ținând seama de ecuația chimică (1), din care reiese că întrînd în reacție un mol (114 g) C₈H₁₈ se obțin 8 moli (8 · 22,4 l) CO₂ și 9 moli (9 · 18 g) H₂O.

Volumul de CO₂ :

$$\frac{216 \cdot 8 \cdot 22,4}{114} = 339,5 \text{ l CO}_2.$$

Masa vaporilor de apă :

$$\frac{216 \cdot 9 \cdot 18}{114} = 307 \text{ g H}_2\text{O}.$$

Prin arderea a 504 g heptan pe baza ecuației (2) rezultă :

Volumul de CO₂ :

$$\frac{504 \cdot 7 \cdot 22,4}{100} = 790,2 \text{ l CO}_2.$$

Masa vaporilor de apă :

$$\frac{504 \cdot 8 \cdot 18}{100} = 725,7 \text{ g H}_2\text{O}.$$

Volumul total de CO_2 rezultat prin arderea completă a 1 l din această benzină este :

$$339,5 + 790,2 = 1129,7 \text{ l CO}_2$$

iar masa vaporilor de apă :

$$307 + 725,7 = 1032,7 \text{ g H}_2\text{O}.$$

402. Metanul se prepară în laborator, prin acțiunea apei acidulate, la cald asupra carburii de aluminiu. Să se determine :

- a) masa de carbură de aluminiu care rezultă prin reducerea cu carbon a 0,5 kg oxid de aluminiu ;
- b) volumul de metan, măsurat la 0° și 1 atm, care se poate obține din această carbură.

Răspuns : a) 353 g Al_4C_3 ; b) 165 l CH_4

403. Într-unul din zăcămintele, gazul natural conține în volume, 95% metan, 3% etan, 1% bioxid de carbon și 1% azot. Să se calculeze volumul de oxigen și volumul de aer necesar arderii a 1 m^3 din astfel de gaz.

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns : 2,005 $\text{m}^3 \text{O}_2$; 10,025 m^3 aer

404. Se ard 5,8 g de butan. Să se determine :

- a) volumul de oxigen și volumul de aer necesar arderii ;
- b) volumul bioxidului de carbon rezultat. Gazele sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns : a) 14,56 l O_2 ; 72,8 l aer ; b) 8,96 l CO_2

405. Pentru obținerea negrului de fum se ard 336 m^3 de metan. Să se determine :

- a) cantitatea de negru de fum obținută ;
- b) volumul de aer necesar reacției.

Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns : a) 180 kg negru de fum ; b) 1 680 m^3 aer

406. Se arde un amestec de 5 cm^3 hidrocarbură gazoasă cu 12 cm^3 oxigen. După condensarea vaporilor de apă au rămas 7 cm^3 de gaze care se reduc la 2 cm^3 prin absorbție în soluție de hidroxid de potasiu. Toate volumele gazelor au fost măsurate în aceleași condiții de temperatură și presiune. Să se stabilească formula moleculară a hidrocarburii.

Răspuns : CH_4

407. Un amestec de combustibil gazos este format din 20 cm^3 de hidrocarbură și 140 cm^3 oxigen. După combustia amestecului și răcire se obține un volum de gaz egal cu 90 cm^3 din care 80 cm^3 sînt absorbiți în soluție de hidroxid de potasiu. Volumele gazelor sînt măsurate în aceleași condiții de temperatură și presiune. Se cere:

a) formula brută a hidrocarburii;

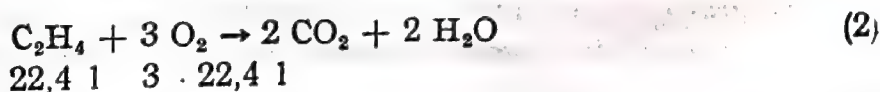
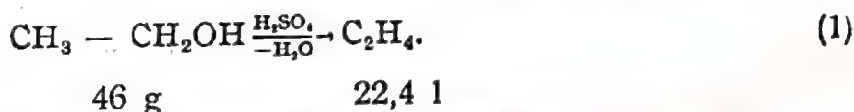
b) densitatea sa în raport cu aerul;

c) formulele diverșilor izomeri.

Răspuns: a) C_4H_{10} ; b) $d = 2$; c) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ butan normal;
 $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ izobutan sau metilpropan

XXIII. Alchene

408. Se tratează la cald cu un exces de acid sulfuric 200 cm^3 de etanol cu densitatea $0,788 \text{ g/cm}^3$. Dacă randamentul reacției este 60% ce volum de etenă se obține? Care va fi volumul de aer necesar arderii complete a etenei? Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.



Cantitatea de etanol ce participă la reacție este:

$$m = V \cdot \rho = 200 \cdot 0,788 = 157,6 \text{ g}$$

Cum din 1 mol (46 g) $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ rezultă, conform ecuației (1), 1 mol (22,4 l) C_2H_4 , din 157,6 g $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ se obțin:

$$\frac{157,6 \cdot 22,4}{46} = 76,74 \text{ l } \text{C}_2\text{H}_4$$

Dacă randamentul este 60% , volumul de etenă obținut este:

$$\frac{76,74 \cdot 60}{100} = 46,04 \text{ l } \text{C}_2\text{H}_4$$

Din ecuația (2) rezultă că pentru arderea a 1 mol (22,4 l) C_2H_4 sînt necesari 3 moli (3 · 22,4 l) O_2 . Oxigenul necesar arderii complete a 46,04 l C_2H_4 va fi:

$$\frac{46,04 \cdot 3 \cdot 22,4}{22,4} = 138,12 \text{ l } \text{O}_2$$

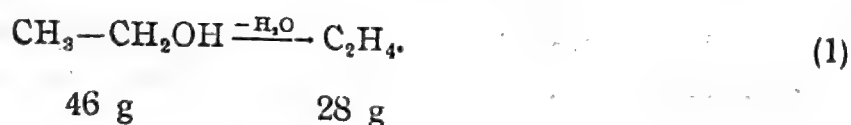
Aerul conținând în volume 21% O₂, volumul de aer necesar arderii complete a etenei este:

$$\frac{138,12 \cdot 100}{21} = 657,7 \text{ l aer.}$$

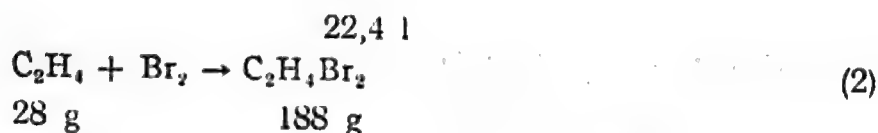
409. Vrem să preparăm 42 g etenă prin deshidratarea etanolului. Să se calculeze:
- masa de alcool necesară;
 - volumul ocupat de cele 42 g etenă la temperatura de 15°C și presiunea 780 mm Hg;
 - Întreaga cantitate de etenă reacționează cu o cantitate suficientă de apă de brom.

Să se calculeze masa substanței obținute.

Au loc reacțiile:



sau



- a) Din ecuația (1) se vede că la 1 mol (46 g) CH₃-CH₂OH corespunde 1 mol (28 g) C₂H₄. Masa de alcool necesară pentru a se obține 42 g C₂H₄ este:

$$\frac{42 \cdot 46}{28} = 69 \text{ g CH}_3-\text{CH}_2\text{OH.}$$

- b) În condiții normale, 1 mol (28 g) etenă ocupă volumul 22,4 l. Cele 42 g C₂H₄ vor ocupa:

$$\frac{42 \cdot 22,4}{28} = 33,6 \text{ l C}_2\text{H}_4.$$

Volumul ocupat de etenă la 15° și 780 mm Hg îl obținem folosind formula:

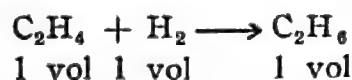
$$p \quad V = \frac{p_0 V_0}{273} (273 + t), \text{ de unde } V = \frac{p_0 V_0}{273 p} (273 + t).$$

$$V = \frac{760}{273} \frac{33,6}{780} (273 + 15) = 29,3 \text{ l C}_2\text{H}_4.$$

- c) Conform ecuației (2) 1 mol (28 g) C₂H₄ reacționează cu bromul și se obține 1 mol (188 g) C₂H₄Br₂. Intrând în reacție 42 g C₂H₄ vor rezulta:

$$\frac{42 \cdot 188}{28} = 282 \text{ g C}_2\text{H}_4\text{Br}_2.$$

410. Se comprimă într-un reactor care conține catalizatorul de hidrogenare 2 volume hidrogen și 0,5 volume etenă, la 25 atm. Care va fi presiunea la sfârșitul hidrogenării, la aceeași temperatură?



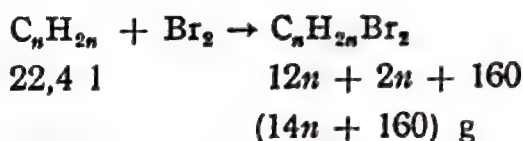
Inițial avem, conform datelor problemei, $V_1 = 2,5$ volume de gaz și presiunea $p_1 = 25$ atm.

Din ecuația reacției reiese că cele 0,5 volume etenă vor reacționa cu 0,5 volume hidrogen și se vor obține 0,5 volume de etan, rămânând 1,5 volume de hidrogen care nu reacționează.

Rezultă că final în interiorul aceluiași reactor vor fi $V_2 = 2$ volume de gaz, presiunea fiind p_2 . Cum temperatura rămâne neschimbată, dacă inițial 2,5 volume de gaz sînt la presiunea $p_1 = 25$ atm, presiunea p_2 exercitată asupra a 2 volume de gaz va fi:

$$p_2 = \frac{25 \cdot 2}{2,5} = 20 \text{ atm.}$$

411. Prin reacția a 0,5 l de alchenă gazoasă (măsurată în condiții normale) cu un exces de apă de brom s-au obținut 4,51 g produs de adiție. Care este formula moleculară a alchenei?



La 1 mol (22,4 l) alchenă, conform ecuației reacției, corespunde 1 mol $(14n + 160)$ g de produs de adiție. Reacționînd 0,5 l C_nH_{2n} , se obține:

$$\frac{0,5 \cdot (14n + 160)}{22,4} \text{ g produs de adiție.}$$

Admițînd randamentul reacției 100%, putem scrie:

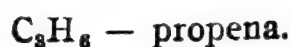
$$\frac{0,5 \cdot (14n + 160)}{22,4} = 4,51$$

$$(14n + 160) \cdot 0,5 = 22,4 \cdot 4,51$$

Rezolvînd ecuația rezultă:

$$n = 3$$

Formula moleculară a alchenei este deci:



412. Cunoscând că densitatea etenei în raport cu aerul este 0,97 să se calculeze masa sa moleculară.

Răspuns : 28

413. 1 l de etenă, în condiții normale, are masa 1,2605 g. Ce presiune este necesară la aceeași temperatură, pentru ca 1 l să aibă masa de 1 g.

Răspuns : 602,9 mm Hg.

414. Vrem să preparăm 2,8 l etenă măsurați la temperatura de 15° și presiunea 700 mm Hg prin deshidratarea etanolului. Să se calculeze :

a) masa de alcool necesară ;

b) volumul de oxigen, măsurat în condiții normale, necesar arderii complete a etenei.

Răspuns : a) 4,9 g $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH}$; b) 7,2 l O_2

415. Se prepară 448 m³ de propenă prin cracarea catalitică a propanului. Dacă randamentul reacției este 40% să se calculeze cantitatea de propan ce a fost folosită.

Răspuns : 2,2 t $\text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—CH}_3$

416. Se trece o scînteie electrică printr-un amestec de 10 cm³ alchenă și 40 cm³ oxigen. După condensarea apei formate rămîn 30 cm³ de gaz, din care 20 cm³ sînt absorbiți de o soluție de hidroxid de potasiu, iar restul de 10 cm³ este oxigen, care poate fi absorbit de pirogalol în prezența hidroxidului de potasiu. Din aceste date să se determine formula moleculară a alchenei.

Răspuns : C_2H_4

417. Se absorb în întregime 14 g de etenă în apă de brom 2%. Se cere :

a) cantitatea de dibrometan obținută ;

b) cantitatea de apă de brom folosită în reacție.

Răspuns : a) 94 g $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$

b) 4 kg apă de brom

418. Prin polimerizarea etenei se obțin 100 kg polietenă care are masa moleculară 33 600. Să se calculeze :

a) masa de etenă necesară ;

b) gradul de polimerizare.

Răspuns : a) 100 kg $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$; b) $n = 1\,200$

419. Se folosesc pentru obținerea polistirenului 208 kg de stiren. Dacă gradul de polimerizare este 10 000 să se determine masa de polistiren obținută.

Răspuns : 208 kg $\begin{array}{c} \text{—CH—CH}_2\text{—CH—} \\ | \quad \quad | \\ \text{C}_6\text{H}_5 \quad \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$

XXIV. Alchine

420. În cuptorul cu arc electric, din 500 m^3 de metan, s-a obținut un amestec de gaze care conține în volume 12% acetilenă, 10% metan și restul hidrogen. Să se determine:

- volumul de gaze care ies din cuptor;
- cît metan s-a transformat în acetilenă, cît s-a descompus în elemente și cît a rămas netransformat (în procente);
- care este cantitatea de carbon depusă la ieșirea din cuptor.

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

a) Să notăm cu x volumul amestecului de gaze care iese din cuptor. Din acesta $\frac{12}{100}x$ este acetilenă, $\frac{10}{100}x$ metan și $\frac{78}{100}x$ hidrogen.

Volumul de metan care se transformă este deci:

$$500 - \frac{10}{100}x.$$

În cuptor au loc reacțiile:



Din aceste ecuații rezultă că din 3 kmoli ($3 \cdot 22,4 \text{ m}^3$) CH_4 se obțin 6 kmoli ($6 \cdot 22,4 \text{ m}^3$) gaze; iar din datele problemei, din $500 - \frac{10}{100}x \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ rezultă $\frac{90}{100}x \text{ m}^3$ gaze.

Putem deci scrie:

$$\begin{aligned} 3 \cdot 22,4 \cdot \frac{90}{100}x &= 6 \cdot 22,4 \left(500 - \frac{10}{100}x \right) \\ \frac{90}{100}x &= 2 \left(500 - \frac{10}{100}x \right) \end{aligned}$$

Rezolvînd ecuația rezultă:

$$x = 909,09.$$

Se mai poate ajunge la acest rezultat scriind că raportul între volumul de CH_4 care se transformă și volumul de gaze care rezultă este egal cu raportul coeficienților stoechiometrice ai reacției:

$$\frac{500 - \frac{10}{100}x}{\frac{90}{100}x} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

de unde $x = 909,09$

Înlocuind în expresia care dă volumul de acetilenă obținut necunoscuta x prin valoarea sa, rezultă volumul:

$$\frac{12}{100} \cdot 909,09 = 109,09 \text{ m}^3 \text{ C}_2\text{H}_2$$

b) Volumul de metan transformat pentru obținerea acestei cantități de acetilenă se obține ținând seama că după ecuația (1) la 2 kmoli ($2 \cdot 22,4 \text{ m}^3$) CH_4 corespunde 1 kmol ($22,4 \text{ m}^3$) C_2H_2 :

$$\frac{109,09 \cdot 2 \cdot 22,4}{22,4} = 218,18 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$$

În procente acesta este:

$$\frac{218,18 \cdot 100}{500} = 43,6\% \text{ CH}_4 \text{ transformat.}$$

— Volumul de metan netransformat:

$$\frac{10}{100} x = \frac{10}{100} \cdot 909,09 = 90,909 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$$

ceea ce face în procente:

$$\frac{90,909 \cdot 100}{500} = 18,18\% \text{ CH}_4 \text{ netransformat.}$$

— Volumul de metan care s-a descompus în elemente:

$$500 - (218,18 + 90,909) = 190,911 \text{ m}^3 \text{ CH}_4,$$

iar în procente:

$$\frac{190,911 \cdot 100}{500} = 38,2\% \text{ CH}_4 \text{ descompus în elemente.}$$

c) Din ecuația (2) reiese că din $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ rezultă 12 g C. Volumul de metan descompus în elemente fiind 190,911 m^3 , din el se obține:

$$\frac{190,911 \cdot 12}{22,4 \cdot 10^3} = 0,10 \text{ g C.}$$

421. Masa unei butelii cu acetilenă folosită la sudura autogenă s-a micșorat după 1 oră de întrebuințare cu 500 g. Să se calculeze:

a) volumul de acetilenă folosit;

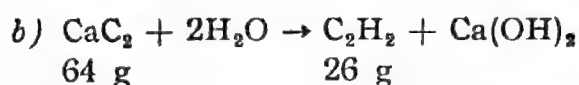
b) masa de carbură de calciu care ar fi fost necesară pentru prepararea acestui volum de acetilenă;

c) volumul de aer necesar arderii acetilenei.

Volumete gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

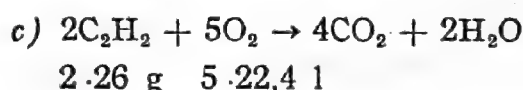
a) 1 mol (26 g) C_2H_2 ocupă în condiții normale, volumul molar $V = 22,4$ l. Volumul de acetilenă care corespunde la 500 g C_2H_2 folosită este:

$$\frac{500 \cdot 22,4}{26} = 430,8 \text{ l } C_2H_2$$



Din ecuația reacției rezultă că pentru obținerea a 1 mol (26 g) C_2H_2 este necesar 1 mol (64 g) CaC_2 . Pentru prepararea a 500 g folosim:

$$\frac{500 \cdot 64}{26} = 1\,230,7 \text{ g } CaC_2$$



Pentru arderea a 2 moli (2 \cdot 26 g) C_2H_2 sînt necesari 5 moli (5 \cdot 22,4 l) O_2 . Volumul de oxigen necesar arderii a 500 g C_2H_2 este:

$$\frac{500 \cdot 5 \cdot 22,4}{2 \cdot 26} = 1\,077 \text{ l } O_2$$

Aerul conținînd 21% O_2 în volume, volumul de aer necesar arderii acetilenei va fi:

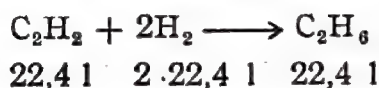
$$\frac{1\,077 \cdot 100}{21} = 5\,128,5 \text{ l aer.}$$

422. S-au obținut 50 cm³ de etan prin hidrogenarea catalitică a unui volum de acetilenă. Se cere:

a) volumul celor două gaze care au participat la reacție;

b) ce cantitate de carbură de calciu de puritate 80% a fost necesară pentru prepararea acetilenei folosite.

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

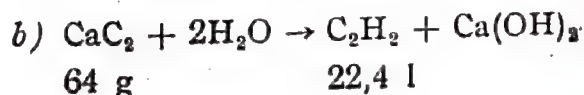


a) Din ecuația reacției rezultă că se obține 1 mol (22,4 l) etan prin reacția a 1 mol (22,4 l) acetilenă cu 2 moli (2 \cdot 22,4 l) hidrogen.

Volumele de C_2H_2 și de H_2 care participă la reacție pentru obținerea a 50 cm³ etan sînt:

$$\frac{50 \cdot 22\,400}{22\,400} = 50 \text{ cm}^3 C_2H_2$$

$$\frac{50 \cdot 2 \cdot 22\,400}{22\,400} = 100 \text{ cm}^3 H_2$$



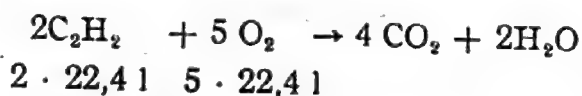
Din ecuația reacției reiese că pentru obținerea a unui mol (22,4 l) acetilenă este necesar să reacționeze cu apa 1 mol (64 g) carbură de calciu. Cantitatea de CaC_2 necesară pentru prepararea a 0,050 l C_2H_2 este :

$$\frac{0,050 \cdot 64}{22,4} = 0,143 \text{ g } \text{CaC}_2$$

Ținând seama că se folosește CaC_2 cu puritatea 80%, carbura de calciu necesară va fi

$$0,143 \cdot \frac{100}{80} = 0,178 \text{ g } \text{CaC}_2 \text{ } 80\%$$

423. Se amestecă 89,6 l de acetilenă cu 44,8 l dintr-o altă hidrocarbură gazoasă. Pentru arderea amestecului au fost necesari 313,6 l de oxigen. Toate aceste gaze fiind măsurate în condiții normale se cere să se stabilească formula moleculară a celei de a doua hidrocarburi.



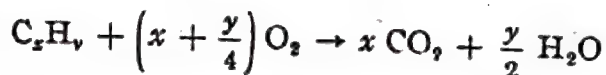
Pentru arderea a 2 moli (2 · 22,4 l) acetilenă sînt necesari 5 moli (5 · 22,4 l) O_2 . Cantitatea de O_2 necesară arderii a 89,6 l C_2H_2 este :

$$\frac{89,6 \cdot 5 \cdot 22,4}{2 \cdot 22,4} = 224 \text{ l } \text{O}_2$$

Cantitatea de oxigen rămasă pentru arderea celeilalte hidrocarburi:

$$313,6 - 224 = 89,6$$

Fie C_xH_y , formula celei de a doua hidrocarburi. Reacția de ardere a acesteia este :

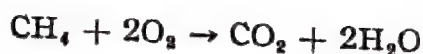


Între volumul hidrocarburi și al oxigenului necesar arderii sale există raportul $\frac{44,8}{89,6} = \frac{1}{2}$, raport egal cu raportul coeficienților stoechiometrici ai reacției. Deci putem scrie :

$$\frac{1}{x + \frac{y}{4}} = \frac{44,8}{89,6} = \frac{1}{2}$$

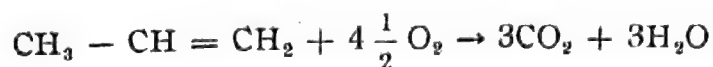
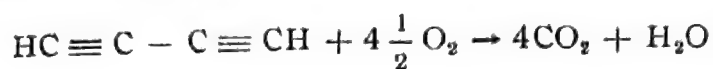
Considerînd $x = 1$ obținem $y = 4$.

Rezultă că formula hidrocarburi este CH_4 . Cum din reacția de ardere a metanului



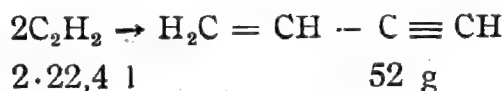
reiese că raportul între volumul de metan și volumul de oxigen necesar arderii este 1 : 2, formula moleculară CH_4 este justă.

Problema se rezumă la a afla natura unei hidrocarburi din oxigenul necesar arderii complete. Acest gen de problemă nu are o soluție univocă: pot exista hidrocarburi foarte diferite ce ard cu aceeași cantitate de oxigen, de exemplu:



La metan, cu conținut maxim posibil de hidrogen, și în alte cazuri simple, metoda se poate aplica.

424. Ce masă de vinilacetilenă se va obține prin polymerizarea, în prezența unui catalizator, a 336 l acetilenă, măsurată la 0° și 1 atm, admitând că reacția are randamentul 90%.



Prin polymerizarea a 2 moli (2 · 22,4 l) acetilenă se obține 1 mol (52 g) vinilacetilenă. Masa de vinilacetilenă care se obține prin polymerizarea completă a 336 l C₂H₂ este:

$$\frac{336 \cdot 52}{2 \cdot 22,4} = 390 \text{ g vinilacetilenă}$$

Deoarece randamentul reacției este 90%, cantitatea de vinilacetilenă rezultată va fi:

$$\frac{390 \cdot 90}{100} = 351 \text{ g}$$

425. O hidrocarbură conține 7,69% hidrogen și are masa moleculară 26. Se cere:
- să se stabilească formula moleculară;
 - să se calculeze volumul de oxigen necesar pentru arderea a 1 m³ din această hidrocarbură;
 - să se determine volumul bioxidului de carbon obținut și masa vaporilor de apă formați.

Volumetele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns: a) C₂H₂; b) 2,5 m³ O₂; c) 2 m³ CO₂; 803 g H₂O

426. Asupra carburii de calciu acționează apă în exces; gazul obținut ocupă un volum de 12 l (la 0° și 1 atm). Să se calculeze:
- masa de carbură de calciu folosită;
 - masa minimă de clor care poate adăuna la gazul rezultat;
 - volumul de acid sulfuric 1 n care poate neutraliza reziduul rămas la tratarea carburii de calciu cu apă.

Răspuns: a) 34,2 g CaC₂; b) 76 g Cl₂; c) 536 cm³ H₂SO₄

427. a) Se descompun termic 200 kg carbonat de calciu. Calculați masa gazului degajat și volumul pe care-l ocupă acest gaz în condiții normale.
 b) Reziduul solid rezultat este încălzit în cuptorul electric cu un exces de carbon. Care este masa compusului solid care se obține?
 c) Acest produs este tratat cu apă. Să se determine masa și volumul (la 0° și 1 atm) al gazului degajat.
 Presupunem că s-au folosit substanțe pure și reacțiile sînt totale.
 Răspuns: a) 88 kg sau $44,8 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$; b) 128 kg CaC_2 ; c) 52 kg sau $44,8 \text{ m}^3 \text{ C}_2\text{H}_2$

428. Asupra a 400 g carbură de calciu de 80% puritate acționează apă în exces. Să se determine:
 a) volumul de acetilenă format (la 0° și 1 atm);
 b) masa de acetat de vinil ce se obține din acetilenă prin adăugarea acidului acetic.
 Răspuns: a) 112 l C_2H_2 ; b) 430 g $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{OCOCH}_3$

429. Un amestec de metan și acetilenă ocupă un volum de 120 cm^3 . Prin arderea completă a acestui gaz se obțin 168 cm^3 de gaz care poate fi absorbit în soluție de hidroxid de potasiu. Care este compoziția amestecului în volume și în mase? Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns: CH_4 : 72 cm^3 sau 51,4 mg;
 C_2H_2 : 48 cm^3 sau 55,6 mg

430. Se polimerizează acetilena la $600-800^\circ$ și se obține benzen. Admițînd că reacția este totală, ce volum de benzen se obține dacă acetilena se prepară din 10 kg carbură de calciu de 80% puritate și densitatea benzenului este $0,9 \text{ g/cm}^3$?

Răspuns: 3,6 l C_6H_6

XXV. Hidrocarburi aromatice

431. Prin analiză elementară s-a constatat că 100 g dintr-o substanță organică conțin 92,31 g carbon și 7,69 g de hidrogen. Să se determine formula moleculară, știind că densitatea vaporilor acestei substanțe în raport cu aerul este 2,71. Conținutul procentual în carbon și hidrogen al substanței este:

$$\text{C}\% = 92,31 \text{ și } \text{H}\% = 7,69$$

După legea lui Avogadro, masa moleculară apropiată a substanței este:

$$M = 28,9 \quad d = 28,9 \quad 2,71 = 78$$

Fie C_xH_y , formula moleculară a substanței. Compoziția moleculară a substanței este :

Carbon : $12x$

Hidrogen : y

Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală :

$$\frac{12x}{92,31} = \frac{y}{7,69} = \frac{12x + y}{100} = \frac{M}{100} = \frac{78}{100}$$

de unde :

$$x = \frac{78 \cdot 92,31}{1200} \approx 6$$

$$y = \frac{78 \cdot 7,69}{100} \approx 6$$

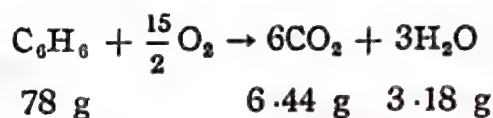
Substanța organică cu formula moleculară C_6H_6 este benzenul.

432. La arderea completă a unei mase oarecare de benzen s-au obținut 13,2 g bioxid de carbon. Să se calculeze :

a) masa de benzen folosită în reacție și masa vaporilor de apă rezultați ;

b) ce cantitate de căldură se obține prin această ardere a benzenului dacă puterea calorică a sa este 10 000 kcal/kg ?

a) Din ecuația de ardere a benzenului :



reiese că din 1 mol (78 g) C_6H_6 rezultă prin ardere 6 moli ($6 \cdot 44$ g) CO_2 . Masa de benzen folosită pentru a se obține 13,2 g CO_2 este :

$$\frac{78 \cdot 13,2}{6 \cdot 44} = 3,9 \text{ g } C_6H_6,$$

iar masa vaporilor de apă rezultați :

$$\frac{3,9 \cdot 3 \cdot 18}{78} = 2,7 \text{ g } H_2O$$

b) Cantitatea de căldură Q obținută prin arderea unui combustibil se calculează folosind formula :

$$Q = m \cdot q$$

unde m — masa de combustibil, iar q — puterea calorică.

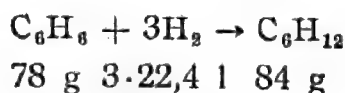
Prin arderea a 0,0039 kg benzen se degajă :

$$Q = 0,0039 \cdot 10\,000 = 39 \text{ kcal.}$$

433. La prepararea ciclohexanului prin hidrogenarea catalitică a benzenului s-au folosit 60 l de hidrogen, măsurați în condiții normale. Să se calculeze :

- a) volumul de benzen care s-a întrebuințat, știind că densitatea sa este $0,9 \text{ g/cm}^3$;
b) masa de ciclohexan obținută.

Scriem reacția de hidrogenare catalitică a benzenului :



Din această ecuație a reacției reiese că 3 moli ($3 \cdot 22,4 \text{ l}$) de hidrogen reacționează cu 1 mol (78 g) de benzen și rezultă 1 mol (84 g) de ciclohexan.

- a) Utilizându-se 60 l de hidrogen, cantitatea de benzen intrată în reacție este :

$$\frac{60 \cdot 78}{3 \cdot 22,4} \text{ g } \text{C}_6\text{H}_6$$

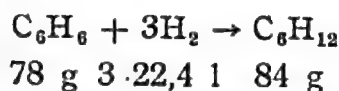
Cum densitatea benzenului este $0,9 \text{ g/cm}^3$, volumul de benzen va fi :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{60 \cdot 78}{3 \cdot 22,4 \cdot 0,9} = 77,4 \text{ cm}^3 \text{ C}_6\text{H}_6$$

- b) Cantitatea de ciclohexan obținută este :

$$\frac{60 \cdot 84}{3 \cdot 22,4} = 75 \text{ g } \text{C}_6\text{H}_{12}$$

434. Câți litri de hidrogen măsurați la 20°C și 5 atm sînt necesari pentru obținerea a 20 g ciclohexan prin hidrogenarea benzenului, dacă randamentul reacției este 80%?



Din ecuația reacției se observă că pentru obținerea a 1 mol (84 g) C_6H_{12} trebuie să intre în reacție 1 mol (78 g) benzen cu 3 moli ($3 \cdot 22,4 \text{ l}$) hidrogen.

Volumul de hidrogen necesar obținerii în condiții normale a 20 g C_6H_{12} este :

$$\frac{20 \cdot 3 \cdot 22,4}{84} = 16 \text{ l } \text{H}_2$$

și ținînd seama că randamentul reacției este 80% :

$$\frac{16 \cdot 100}{80} = 20 \text{ l } \text{H}_2$$

Volumul de hidrogen necesar, măsurat la 20° și 5 atm, îl obținem folosind ecuația gazelor :

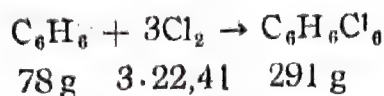
$$pV = \frac{p_0 V_0}{273} (273 + t), \text{ de unde } V = \frac{p_0 V_0}{273 p} (273 + t)$$

$$V = \frac{1 \cdot 20}{273 \cdot 5} (273 + 20) = 4,21 \text{ l } \text{H}_2$$



435. Clorul se adăunează la benzen, în prezența luminii, și se obține hexaclorciclohexanul. Dacă se folosește 1 l de benzen cu densitatea 0,9 g/cm³ să se calculeze:
- masa de hexaclorciclohexan ce se obține;
 - volumul de clor, măsurat la 0° și 1 atm, intrat în reacție.

Are loc reacția:



Masa benzenului intrat în reacție este:

$$m = V \cdot \rho = 1000 \cdot 0,9 = 900 \text{ g}$$

a) Din ecuația reacției rezultă că din 1 mol (78 g) C₆H₆ se obține 1 mol (291 g) C₆H₆Cl₆. Masa de hexaclorciclohexan obținut din 900 g C₆H₆ va fi:

$$\frac{900 \cdot 291}{78} = 3357,7 \text{ g C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$$

b) Cum pentru clorurarea a 1 mol (78 g) C₆H₆ sînt necesari 3 moli (3 · 22,4 l) Cl₂, volumul de clor intrat în reacție cu 900 g C₆H₆ este:

$$\frac{900 \cdot 3 \cdot 22,4}{78} = 775,4 \text{ l Cl}_2$$

436. Prin dizolvarea a 17,8 g antracen în 400 g etanol, temperatura de fierbere s-a ridicat cu 0,29°. Să se determine masa moleculară a antracenului cunoscînd că constanta ebullioscopică a etanolului K_e = 1,16.

Aplicăm legea referitoare la ebullioscopie, exprimată prin formula:

$$\Delta t = K_e \cdot \frac{1000}{M} \cdot c \text{ de unde } M = K_e \cdot \frac{1000}{\Delta t} \cdot c$$

unde concentrația c este raportul dintre masa substanței dizolvate și masa de solvent lichid.

$$\text{În cazul problemei } c = \frac{17,8}{400} = 0,045, \text{ iar } \Delta t = 0,29^\circ.$$

Rezultă că masa moleculară a antracenului este:

$$M = \frac{1,16 \cdot 1000 \cdot 0,045}{0,29} = 178$$

437. O hidrocarbură conține 7,6% hidrogen și are masa moleculară 78. Să se stabilească formula moleculară. Care este volumul de aer (la 0° și 1 atm) necesar arderii complete a 10 cm³ din această hidrocarbură ce are densitatea 0,9 g/cm³?

Răspuns: C₆H₆; 92 l aer

438. Prin arderea completă a unei mase oarecare de benzen s-au obținut 27 g vapori de apă. Să se determine :

- a) masa de benzen folosită;
b) volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurat în condiții normale.

Răspuns : a) 39 g C_6H_6 ; b) 67,2 l CO_2

439. Câți litri de hidrogen măsurați la 10° și 25 atm trebuie pentru hidrogenarea a 50 g naftalină în decahidronaftalină (decalină). Dacă randamentul hidrogenării este 75%, să se calculeze cantitatea de decalină care rezultă.

Răspuns : 1,8 l H_2 ; 40,4 g $C_{10}H_{18}$

440. Prin reacția Friedel-Crafts se combină etena cu benzenul și dă etilbenzen. Acesta prin dehidrogenare dă stirenul. Dacă se obțin 520 kg stiren să se calculeze :

- a) volumul de etenă necesară, măsurat la 0° și 1 atm;
b) volumul și masa benzenului care a participat la reacție, știind că densitatea benzenului este $0,9 \text{ g/cm}^3$.

Răspuns : a) 112 m³ etenă; b) 433,3 l sau 390 kg C_6H_6

441. Benzenul reactionează cu acidul sulfuric concentrat și dă acidul benzensulfonic. Dacă participă la reacție 1 l de benzen cu densitatea $0,9 \text{ g/cm}^3$ se cere ;

- a) masa de acid sulfuric necesar reacției;
b) masa acidului benzensulfonic care rezultă.

Răspuns : a) 1130,7 g H_2SO_4 ; b) 18,2 g $C_6H_5-SO_3H$

442. Prin arderea a 3 g de antracen s-au obținut 5,2 l de bioxid de carbon, măsurați în condiții normale. Să se determine compoziția procentuală.

Răspuns : 94,6% C; 5,4 % H

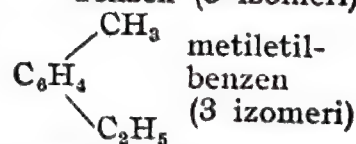
443. Prin dizolvarea a 6,18 g naftalină în 150 g benzen s-a găsit că depresiunea punctului de topire este $1,67^\circ$. Să se calculeze masa moleculară a naftalinei.

Răspuns : 128

444. Prin analiza elementară a unei hidrocarburi din seria benzenului s-au obținut prin arderea a 0,56 g substanță 1,85 g bioxid de carbon și 0,50 g de apă. Densitatea în raport cu aerul a vaporilor substanței este 4. Să se determine :

- a) compoziția procentuală;
b) formula moleculară;
c) formulele structurale ce corespund acestei formule.

Răspuns : a) $C\% = 90,1$; $H\% = 9,9$; b) C_9H_{12} ; c) $C_6H_3(CH_3)_2$ trimetilbenzen (3 izomeri);

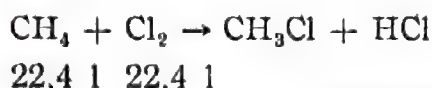


și C_6H_5 C_3H_7 propilbenzen (2 izomeri)

XXVI. Combinații halogenate

445. Se prepară clorură de metil prin reacția dintre clor și metan. Dintr-un recipient cu capacitatea de 40 l conținând 380,5 g clor la 0° și 3 atm se scoare cantitatea de clor necesară halogenării a 11,12 l metan măsurat la 0° și 10 atm în clor-metan. Să se determine :

- a) cantitatea de clor în grame care s-a scos din recipient ;
b) presiunea gazului rămas.



a) Volumul de metan intrat în reacție, măsurat la 0° și 10 atm, este 11,12 l. Folosind formula :

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \text{ de unde } V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2}$$

obținem volumul de CH₄ măsurat în condiții normale (0° și 1 atm).

$$V_2 = \frac{11,12 \cdot 10}{1} = 111,2 \text{ l CH}_4$$

Conform ecuației reacției, în condiții normale, pentru halogenarea a 1 mol (22,4 l) CH₄ este necesar 1 mol (22,4 l) Cl₂. Deci volumul de clor, măsurat în condiții normale, care intră în reacție cu cei 111,2 l CH₄ este :

$$\frac{111,2 \cdot 22,4}{22,4} = 111,2 \text{ l Cl}_2$$

Cum 22,4 l Cl₂, în condiții normale, au masa 71 g, rezultă că masa de clor care s-a scos din recipient este :

$$\frac{111,2 \cdot 71}{22,4} = 354 \text{ g Cl}_2$$

b) În recipient au rămas :

$$380,5 - 354 = 36,5 \text{ g Cl}_2$$

care ocupă volumul de 40 l.

Presiunea exercitată de acest gaz asupra pereților recipientului o putem, de exemplu, afla folosind ecuația de stare a gazelor :

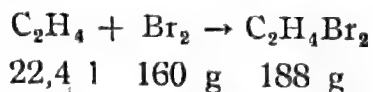
$$pV = \frac{m}{M} RT, \text{ de unde } p = \frac{m}{VM} RT$$

$$R = 0,082 \text{ l} \cdot \text{atm/grad} \cdot \text{mol și } T = 273^\circ \text{K}$$

Rezultă

$$p = \frac{36,5}{40 \cdot 71} \cdot 0,082 \cdot 273 = 0,27 \text{ atm.}$$

446. Cît brom poate adîiona 11,2 l etenă (la 0° și 1 atm) ? Ce randament a avut reacția de halogenare dacă s-au obținut 85 g dibrometan ?



Conform cu ecuația reacției, dacă 1 mol (22,4 l) C_2H_4 reacționează cu 1 mol (160 g) Br_2 11,2 l C_2H_4 vor necesita 80 g.

Reacționînd 1 mol (22,4 l) C_2H_4 se obține un mol (188 g) $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$. Cantitatea de dibrometan care rezultă prin bromurarea a 11,2 l C_2H_4 este:

$$\frac{11,2 \cdot 188}{22,4} = 94 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$$

Dacă din reacție se obțin numai 85 g $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$, randamentul reacției va fi:

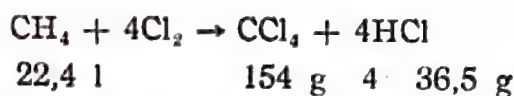
$$\frac{85 \cdot 100}{94} = 90,4\%$$

447. Se fabrică 100 kg tetraclorură de carbon prin clorurarea metanului. Să se calculeze:

a) ce volum de metan, măsurat în condiții normale, este necesar;

b) cantitatea de acid clorhidric 28%, cu densitatea $\rho = 1,171 \text{ g/cm}^3$, care se poate obține.

Are loc reacția:



a) Prin reacția a 1 mol (22,4 l) de CH_4 cu Cl_2 se obține 1 mol (154 g) CCl_4 . Volumul de metan necesar obținerii a 100 kg CCl_4 este:

$$\frac{100 \cdot 22,4}{154} = 14,5 \text{ m}^3 \text{CH}_4.$$

b) Din ecuația reacției mai reiese că obținîndu-se 1 mol (154 g) CCl_4 rezultă și 4 moli (4 · 36,5 g) HCl . Cantitatea de HCl obținută la fabricarea a 100 kg CCl_4 va fi:

$$\frac{100 \cdot 4 \cdot 36,5}{154} = 93,5 \text{ kg HCl.}$$

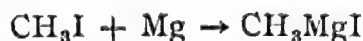
Cum concentrația HCl este 28%, cantitatea de HCl este:

$$\frac{93,5 \cdot 100}{28} = 333,9 \text{ kg HCl } 28\%.$$

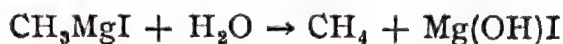
Volumul de soluție HCl 28% va fi:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{333,9}{1,171} = 285,1 \text{ l soluție HCl } 28\%.$$

448. Compusul organo-magnezian, iodură de metil-magneziu, preparat din 30 g iodură de metil este tratat cu apă în exces. Ce volum, măsurat la 15°C și 765 mm Hg, ocupă hidrocarbura rezultată?



$$141,8 \text{ g}$$



$$22,4 \text{ l}$$

Din ecuațiile reacțiilor se observă că la 1 mol (141,8 g) CH_3I corespunde 1 mol CH_3MgI , din care prin tratare cu apă rezultă 1 mol (22,4 l) CH_4 .

Volumul de CH_4 obținut, în condiții normale, din 30 g CH_3I este:

$$\frac{30 \cdot 22,4}{141,8} = 4,739 \text{ l } \text{CH}_4$$

Folosind formula:

$$pV = \frac{p_0 V_0}{273} (273 + t)$$

obținem volumul de CH_4 măsurat la 15° și 765 mm Hg.

$$V = \frac{p_0 V_0}{273 p} (273 + t) = \frac{760}{273 \cdot 765} \cdot 4,739 (273 + 15) = 5,7 \text{ l } \text{CH}_4$$

449. Să se calculeze numărul de atomi de clor dintr-o moleculă a unui derivat halogenat al metanului, cunoscând că densitatea vaporilor săi în raport cu aerul este 4,12 și că conținutul în clor este 89,1%.

După legea lui Avogadro, masa moleculară a derivatului halogenat este:

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 4,12 = 119$$

Cum 100 g compus halogenat conține 89,1 g clor, la 119 g corespund:

$$\frac{119 \cdot 89,1}{100} = 105,9 \text{ g clor.}$$

Masa atomică a clorului fiind 35,5, numărul atomilor de clor dintr-o moleculă este:

$$\frac{105,9}{35,5} = 3.$$

Compusul halogenat, provenind prin halogenarea metanului, este CHCl_3 .

450. Un compus organic are compoziția procentuală: carbon 22,04%, hidrogen 4,63% și brom 73,33%. Să se stabilească formula moleculară.

Răspuns: $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$

451. Să se calculeze masa moleculară a cloroformului, știind că 175 cm³ de vapori la 91° și 728 mm Hg au masa 0,67 g.

Răspuns : 119,5

452. Care este formula cea mai simplă pe care o atribuim diclorobenzenului în urma analizei elementare care indică că are compoziția procentuală: 48,9% carbon, 2,8 % hidrogen și 48,3% clor.

Răspuns: C₆H₂Cl

453. La prepararea tetraclorurii de carbon prin clorurarea metanului s-au folosit 112 m³ (la 0° și 1 atm) de metan. Să se determine :

- a) masa tetraclorurii de carbon obținută ;
- b) cantitatea de acid clorhidric rezultată

Răspuns : a) 770 kg CCl₄ ; b) 730 kg HCl

454. Reactionind 1 mol de benzen cu 160 g de brom s-au obținut 125,6 g brombenzen. Câte procente reprezintă acestea din randamentul teoretic.

Răspuns : 80%

455. Se obțin 625 kg clorură de vinil prin adiția acidului clorhidric la acetilenă. Să se determine volumul de acetilenă (la 0° și 1 atm) și masa de acid clorhidric care au participat la reacție.

Răspuns : 224 m³ C₂H₂ ; 365 kg HCl

456. Ce masă de clorbenzen se va obține pornind de la 1 l de benzen cu densitatea 0,9 g/cm³ ? Ce volum de clor este necesar, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune ?

Răspuns : 1,285 kg C₆H₅—Cl ; 258,4 l CO₂

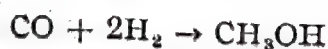
457. Se încălzesc 15,6 g iodetan (iodură de etil) cu sodiu. Ce cantități de produse rezultă ?

Răspuns : 2,9 g butan ; 15 g NaI

XXVII. Combinații hidroxicice organice (Alcooli și fenoli)

458. Ce cantitate de metanol se obține din 20 l de gaz de sinteză măsurat la 300°C și 250 atm ?

Are loc reacția :



Din ecuația reacției rezultă că din 3 moli ($3 \cdot 22,4$ l) gaz de sinteză se obține 1 mol (32 g) metanol.

Volumul V_0 al gazului de sinteză, ocupat în condiții normale, folosit la prepararea metanolului, se obține din ecuația gazelor:

$$pV = \frac{p_0 V_0}{273} (273 + t)$$

de unde:

$$V_0 = \frac{pV \cdot 273}{p_0 (273 + t)} = \frac{250 \cdot 20 \cdot 273}{1 \cdot (273 + 300)} = 2382,2 \text{ l.}$$

Cantitatea de metanol care rezultă din acest gaz de sinteză va fi:

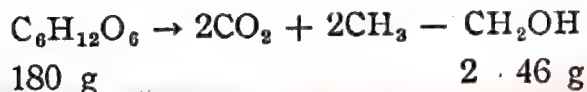
$$\frac{2 \cdot 382,2 \cdot 32}{3 \cdot 22,4} = 1134,4 \text{ g CH}_3\text{OH.}$$

459. Se prepară etanolul pe două căi diferite, prin fermentarea glucozei și pornind de la etenă.

a) Câți litri de etanol de concentrație 94% se obține prin fermentarea a 1 kg de glucoză, dacă randamentul fermentației este 95%? Densitatea alcoolului obținut este $0,8 \text{ g/cm}^3$.

b) Dacă pentru prepararea aceleiași cantități de etanol se pornea de la etenă ce volum de etenă ar fi fost necesară și ce cantitate de acid sulfuric ar fi intrat în reacție pentru obținerea produsului intermediar (sulfatul acid de etil), prin hidroliza căruia se obține etanolul?

a) Fermentația alcoolică decurge conform ecuației chimice:



Se observă că prin fermentarea a 1 mol (180 g) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ se obțin 2 moli ($2 \cdot 46 \text{ g}$) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$. Cantitatea de alcool ce rezultă prin fermentarea a 1 kg glucoză este:

$$\frac{1000 \cdot 2 \cdot 46}{180} = 511 \text{ g CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH,}$$

iar dacă randamentul este 95%

$$511 \cdot \frac{95}{100} = 485,5 \text{ g CH}_3\text{CH}_2\text{OH.}$$

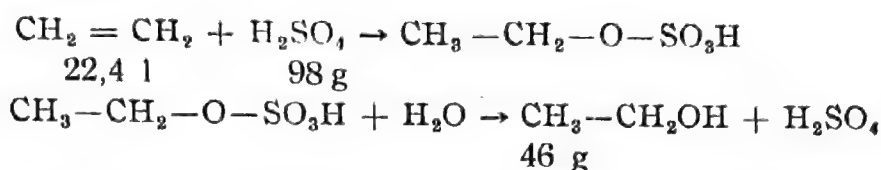
Ținând seama de concentrația alcoolului rezultă:

$$\frac{485,5}{94} \cdot 100 = 516,5 \text{ g CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH de concentrație 94\%.}$$

Cum $V = \frac{m}{\rho}$ obținem:

$$V = \frac{485,5}{0,8} = 570 \text{ cm}^3 = 0,57 \text{ l CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$$

b) Din ecuația reacției:



reiese că dacă 1 mol (22,4 l) etenă reacționează cu 1 mol (98 g) acid sulfuric, rezultă 1 mol de sulfat acid de etil și 1 mol (46 g) etanol.

Cantitatea de acid sulfuric intrată în reacție pentru a se obține produsul intermediar, prin hidroliza căruia se obține aceeași cantitate de alcool (485,5 g) ca la fermentația alcoolică a 1 kg glucoză, este:

$$\frac{485,5 \cdot 98}{46} = 1\,034,3 \text{ g H}_2\text{SO}_4,$$

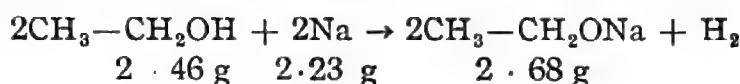
iar volumul de etenă necesar:

$$\frac{485,5 \cdot 22,4}{46} = 236,4 \text{ l C}_2\text{H}_4.$$

460. Se tratează 15,6 g etanol cu sodiu metalic. Să se stabilească:

a) cantitatea de sodiu care intră în reacție;

b) masa de etoxid de sodiu rezultată.



a) Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (23 g) Na reacționează cu 1 mol (46 g) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$. Cantitatea de sodiu intrată în reacție cu cei 15,6 g etanol este:

$$\frac{15,6 \cdot 23}{46} = 7,8 \text{ g Na}$$

b) Conform ecuației reacționând 1 mol (23 g) Na cu etanolul se obține 1 mol (68 g) etoxid. Cantitatea de etoxid de sodiu rezultat din reacția a 7,8 g Na este:

$$\frac{7,8 \cdot 68}{23} = 23,05 \text{ g CH}_3 - \text{CH}_2\text{ONa}.$$

461. Se obține un carburant prin amestecul a 6 l etanol cu 2 l de benzen.

a) Admițând că amestecul celor două lichide se efectuează fără variație de volum, să se calculeze densitatea amestecului, știind că densitatea alcoolului este $0,78 \text{ g/cm}^3$ și a benzenului $0,88 \text{ g/cm}^3$.

b) Să se calculeze volumul de aer necesar pentru a arde complet un litru de amestec.

a) Masa celor 6 litri de etanol:

$$m = V \cdot \rho = 6 \cdot 0,78 = 4,68 \text{ kg}$$

Masa a 2 litri de benzen: $2 \cdot 0,88 = 1,76 \text{ kg}$

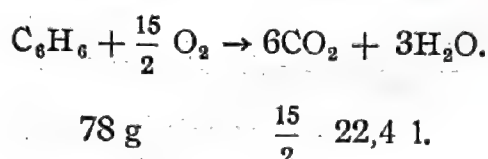
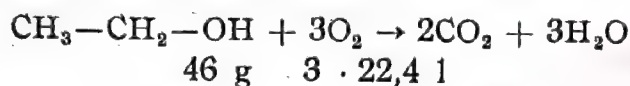
Masa a 8 litri de amestec :

$$4,68 + 1,76 = 6,44 \text{ kg}$$

Densitatea amestecului este deci :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{6,44}{8} = 0,805 \text{ kg/dm}^3 = 0,805 \text{ g/cm}^3.$$

b) Scriem ecuațiile de ardere ale etanolului și benzenului :



Din aceste ecuații rezultă că pentru arderea a 1 mol (46 g) $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ sînt necesari 3 moli ($3 \cdot 22,4 \text{ l}$) O_2 , iar pentru 1 mol (78 g) C_6H_6 trebuiesc

$$\frac{15}{2} \text{ moli } \left(\frac{15}{2} \cdot 22,4 \text{ l} \right) \text{O}_2.$$

Volumul de oxigen necesar pentru arderea a 585 g $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$:

$$\frac{585 \cdot 3 \cdot 22,4}{46} = 855 \text{ l O}_2.$$

Volumul de oxigen necesar pentru arderea a 220 g C_6H_6 :

$$\frac{220 \cdot 3 \cdot 22,4}{78} = 474 \text{ l O}_2.$$

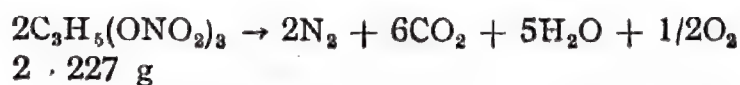
Volumul total de oxigen necesar pentru arderea a 1 l de amestec :

$$855 + 474 = 1329 \text{ l O}_2$$

Admițînd că aerul conține $\frac{1}{5}$ din volumul său oxigen, volumul de aer necesar pentru arderea completă a 1 l de amestec etanol-benzen este :

$$1329 \cdot 5 = 6645 \text{ l} = 6,645 \text{ m}^3$$

462. Temperatura gazelor ce rezultă prin descompunerea explozivă a trinitratului de glicerină este 2000°C . Să se calculeze presiunea care se produce în momentul cînd 500 g trinitrat explodează într-un recipient, cu pereți groși, de 5 l capacitate, apa la această temperatură fiind în stare gazoasă.



465. Se fermentează cu drojdie de bere o soluție conținând 60 kg glucoză. Care este masa etanolului obținut dacă admitem că toată glucoza s-a transformat în alcool? Ce volum de bioxid de carbon, măsurat în condiții normale s-a degajat în timpul fermentației?

Răspuns : 30,7 kg $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH}$; 14,9 m³ CO_2

466. Se obține etanol din 56 l de etenă, măsurați în condiții normale de temperatură și presiune. Să se determine masa de alcool obținută.

Răspuns : 115 g $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH}$

467. Se realizează arderea completă a 10 g etanol. Să se calculeze:

- a) volumul de oxigen necesar arderii;
- b) volumul de bioxid de carbon rezultat;
- c) masa apei obținută.

Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns : a) 14,6 l O_2 ; b) 9,74 l CO_2 c) 11,7 g H_2O

468. Să se calculeze volumul de hidrogen, măsurat în condiții normale, obținut prin acțiunea a 2,3 g sodiu metalic asupra etanolului. Cît etoxid de sodiu rezultă?

Răspuns : 1,12 l H_2 ; 6,8 g $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{ONa}$

469. Ce masă de eter etilic se poate obține din 1,5 kg etanol 92%?

Răspuns : 1,1 kg $(\text{CH}_3\text{—CH}_2)_2\text{O}$

470. Ce volum de etenă, măsurat în condiții normale, este necesar pentru prepararea a 310 g glicol și care este masa produsului intermediar, etilenclorhidrina, care a participat la reacție, admitînd că reacțiile sînt cantitative.

Răspuns : 112 l $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$; 370 g $\text{Cl—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$

471. Din 200 cm³ glicerină cu densitatea 1,25 g/cm³, prin încălzirea cu acid sulfuric, se obține acroleină. Să se determine masa de acroleină și masa de apă rezultată din reacție.

Răspuns : 152 g $\text{H}_2\text{C}=\text{CH—CH}=\text{O}$; 98 g H_2O

472. Se obțin 470 kg de fenol prin oxidarea catalitică a izopropilbenzenului. Admițînd că randamentul este 90%, să se calculeze :

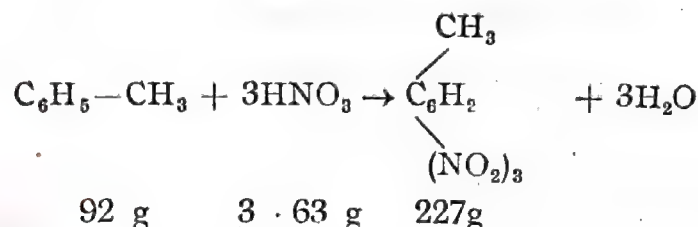
- a) masa de izopropilbenzen necesară ;
- b) cantitatea de acetonă obținută.

Răspuns : a) 666,7 kg izopropilbenzen ; b) 322,2 kg acetonă

XXVIII. Combinațiile organice ale azotului

473. Se nitrează 100 g toluen. Să se calculeze:

- cantitatea de acid azotic necesar;
- masa de trinitrotoluen rezultat.



Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (92 g) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$ reacționează cu 3 moli ($3 \cdot 63$ g) HNO_3 și rezultă 1 mol (227 g) trinitrotoluen.

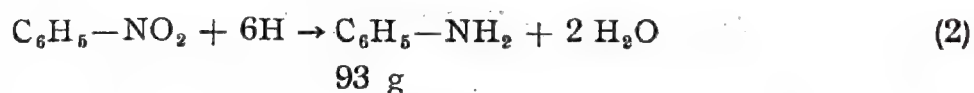
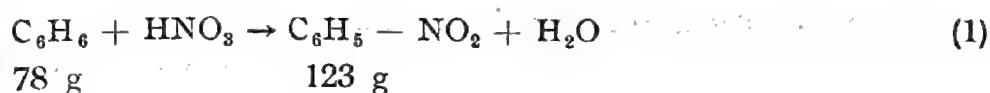
Cantitatea de HNO_3 necesar pentru nitrarea a 100 g toluen este:

$$\frac{100 \cdot 3 \cdot 63}{92} = 205,4 \text{ g HNO}_3,$$

iar masa de trinitrotoluen rezultat:

$$\frac{100 \cdot 227}{92} = 246,7 \text{ g C}_6\text{H}_2\text{CH}_3(\text{NO}_2)_3$$

474. Se nitrează 2 kg de benzen și se reduce nitrobenzenul obținut în mediu acid. Să se determine masa de anilină obținută dacă randamentul nitrării benzenului este 85%, iar al reducerii nitrobenzenului 98,6%.



Se observă, din ecuațiile reacțiilor, că la 1 mol (78 g) C_6H_6 corespunde 1 mol (123 g) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{NO}_2$ și 1 mol (93 g) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}_2$.

Cantitatea de nitrobenzen obținută din 2 kg benzen este:

$$\frac{2 \cdot 123}{78} = 3,41 \text{ kg C}_6\text{H}_5-\text{NO}_2,$$

iar dacă randamentul nitrării este 85%:

$$\frac{85 \cdot 3,41}{100} = 2,89 \text{ kg C}_6\text{H}_5-\text{NO}_2.$$

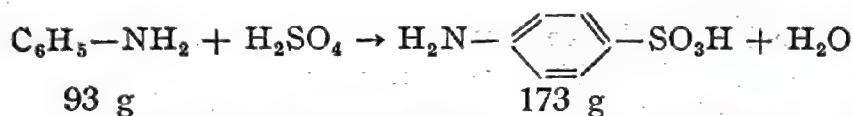
Din ecuația (2) reiese că prin reducerea a 1 kmol (123 kg) $C_6H_5-NO_2$ se obține 1 kmol (93 kg) $C_6H_5-NH_2$. Cantitatea de anilină obținută prin reducerea a 2,89 kg $C_6H_5-NO_2$ este

$$\frac{93 \cdot 2,89}{123} = 2,14 \text{ kg } C_6H_5-NH_2.$$

și ținând seamă că randamentul este 98,6% rezultă:

$$\frac{98,6 \cdot 2,14}{100} = 2,11 \text{ kg } C_6H_5-NH_2.$$

475. Se tratează la cald cu acid sulfuric fumans 50 g de anilină. Să se calculeze randamentul reacției dacă s-au obținut 62 g acid sulfanilic.



La 1 mol (93 g) anilină corespunde 1 mol (173 g) acid sulfanilic. Dacă randamentul reacției ar fi 100%, din 50 g anilină rezultă:

$$\frac{50 \cdot 173}{93} = 93,01 \text{ g acid sulfanilic.}$$

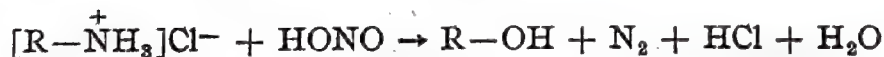
Cum din reacție au rezultat 62 g acid sulfanilic, randamentul este:

$$\eta = \frac{62 \cdot 100}{93,01} = 66,6\%.$$

476. S-au obținut 46,05 cm³ gaz, măsurat în condiții normale, prin tratare cu acid azotos a 0,225 g clorhidrat al unei amine primare alifatică.

a) Să se stabilească formula moleculară a aminei.

b) Scrieți structurile aminei primare ce corespund acestei formule moleculare



a) Masa unui mol de clorhidrat se obține ținând seama că 46,05 · 10⁻³ l gaz rezultă din 0,225 g clorhidrat. La 22,4 l gaz corespunde masa a 1 mol de clorhidrat, care este:

$$\frac{22,4 \cdot 0,225}{46,05 \cdot 10^{-3}} = 109 \text{ g.}$$

Scăzând masa de 1 mol (36,5) g HCl se obține:

$$\text{masa aminei: } 109 - 36,5 = 73$$

Formula moleculară a aminei este:



în care C_nH_{2n+1} are masa 73 - 16 = 57.

Putem scrie:

$$12n + (2n + 1) = 57,$$

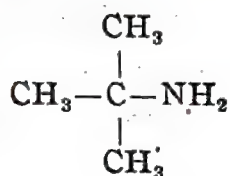
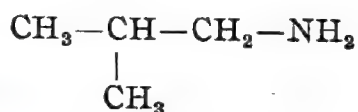
de unde rezultă:

$$n = 4.$$

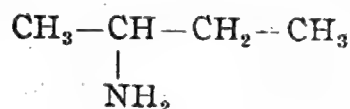
Deci formula moleculară a aminei va fi:



b) Acestei formule îi corespund următoarele structuri:



și



477. Ce cantitatea de toluen și de acid azotic 80% intră în reacție pentru a se obține 100 kg trinitrotoluen, presupunând că reacția este totală?

Răspuns: 40,52 kg toluen; 104,06 kg HNO_3 80%

478. Se nitrează 100 kg de fenol. Să se determine:

- masa de 2, 4, 6 — trinitrofenol (acid picric) obținută, știind că randamentul reacției este 0,75 din cel teoretic;
- masa de acid azotic care a participat la reacție, dacă este de 1,6 ori mai mare decât cea calculată.

Răspuns: a) 182,7 kg acid picric; b) 322 kg HNO_3

479. Se prepară 100 kg anilină, pornindu-se de la benzen. Să se calculeze:

- masa de benzen necesară;
- cantitatea de acid azotic care participă la reacție;
- masa de fier care reacționând cu acidul clorhidric permite obținerea de hidrogen necesar reducerii nitrobenzenului.

Răspuns: a) 83,9 kg C_6H_6 ; b) 67,7 kg HNO_3 ; c) 181 kg Fe

480. La 200 cm³ de soluție apoasă conținând 3,5% anilină se adaugă acid clorhidric în exces. Să se calculeze masa sării cristalizată (clorhidrat de anilină), obținută după evaporare.

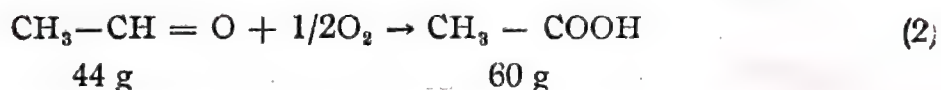
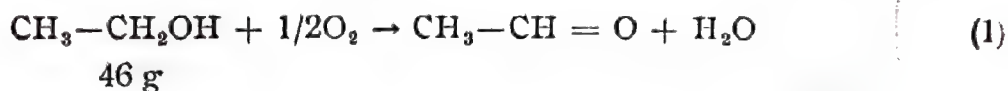
Răspuns: 9,74 g $\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}_3\text{Cl}$

XXIX. Aldehyde și cetone

481. Se oxidează 230 g de etanol. Să se determine :

- masa de acetaldehidă obținută, admitând că reacția este completă ;
- cantitatea de acid acetic care se poate prepara prin oxidarea acestei aldehide.

Au loc reacțiile :



Din ecuațiile reacțiilor rezultă că prin oxidarea a 1 mol (46 g) $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ rezultă 1 mol (44 g) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{O}$, care mai departe prin oxidare dă 1 mol (60 g) CH_3-COOH .

- Prin oxidarea a 230 g etanol se obține :

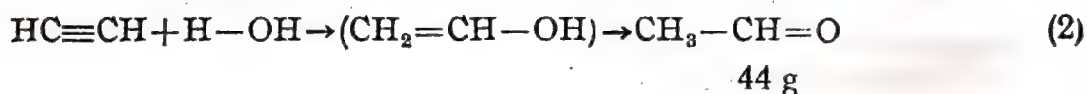
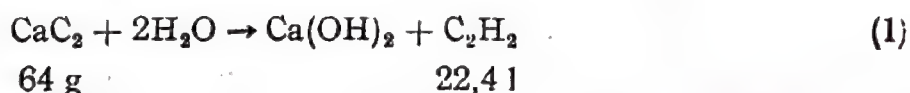
$$\frac{230 \cdot 44}{46} = 220 \text{ g } \text{CH}_3-\text{CH}=\text{O}$$

- Cantitatea de CH_3-COOH obținută prin oxidarea a 220 g $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{O}$ este :

$$\frac{230 \cdot 60}{44} = 313,6 \text{ g } \text{CH}_3-\text{COOH}$$

482. Se tratează cu apă 500 g carbură de calciu de puritate 80%. Să se calculeze :

- volumul ocupat în condiții normale de gazul care se degajă ,
- masa produsului obținut prin hidratarea acestui gaz, în prezența unui catalizator, știind că randamentul reacției este 90%.



Cantitatea de CaC_2 care reacționează, ținând seama de puritate este :

$$500 \cdot \frac{80}{100} = 400 \text{ g}$$

- Conform ecuației reacției (1) la 1 mol (64 g) CaC_2 corespunde 1 mol (22,4 l) C_2H_2 . Volumul ocupat în condiții normale de C_2H_2 rezultată din 400 g CaC_2 este :

$$\frac{400 \cdot 22,4}{64} = 140 \text{ l } \text{C}_2\text{H}_2$$

b) Din ecuația (2) se vede că prin hidratarea a 1 mol (22,4 l) C_2H_2 se obține 1 mol (44 g) $CH_3-CH=O$.

Intrînd în reacție 140 l C_2H_2 se obțin :

$$\frac{140 \cdot 44}{22,4} = 275 \text{ g } CH_3 - CH = O$$

Cum randamentul este 90%, cantitatea de acetaldehidă obținută va fi :

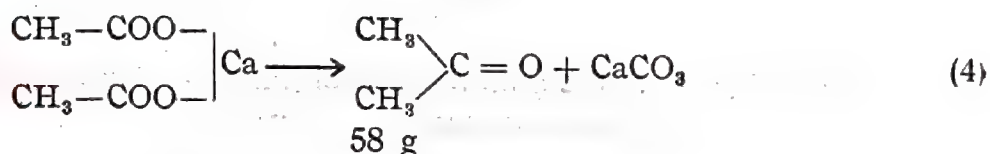
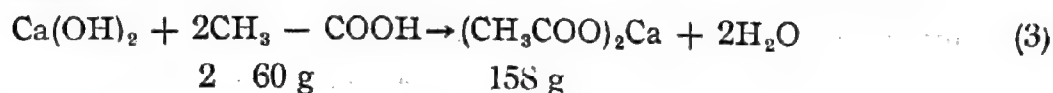
$$275 \cdot \frac{90}{100} = 247,5 \text{ g } CH_3 - CH = O$$

483. Prin descompunerea completă a 18 g calcar se obțin 3,38 l bioxid de carbon măsurați în condiții normale. Oxidul de calciu rezultat este tratat cu apă, iar hidroxidul de calciu se neutralizează prin adăugarea unei cantități suficiente de acid ecetic. După filtrare se evaporă soluția obținută și rezultă un precipitat alb care, prin distilare uscată, dă un lichid organic.

Admițînd că transformările se efectuează cu randamentul teoretic, se cere :

- conținutul procentual în carbonat de calciu al calcarului ;
- masa de acid acetic folosită la neutralizarea $Ca(OH)_2$;
- natura și masa lichidului obținut prin distilarea uscată a ultimului precipitat.

Au loc reacțiile :



a) Din ecuația (1) rezultă că la 1 mol (100 g) $CaCO_3$ corespunde 1 mol (22,4 l) CO_2 . Cei 3,38 l CO_2 se obțin din :

$$\frac{100 \cdot 3,38}{22,4} = 15 \text{ g } CaCO_3$$

Dacă 18 g calcar conțin 15 g $CaCO_3$, la 100 g calcar corespund :

$$\frac{15 \cdot 100}{18} = 83,3\% CaCO_3.$$

b) Din ecuațiile reacțiilor (1), (2) și (3) se vede că 1 mol (100 g) $CaCO_3$ reacționează cu 2 moli (2 · 60 g) CH_3-COOH . Cele 15 g $CaCO_3$ vor intra în reacție cu :

$$\frac{15 \cdot 120}{100} = 18 \text{ g } CH_3 - COOH$$

c) Lichidul obținut prin distilarea uscată a acetatului de calciu este acetona. Cantitatea de acetat de calciu rezultat este:

$$\frac{158 \cdot 18}{120} = 23,7 \text{ g } (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$$

Din ecuația (4) reiese că prin distilarea uscată a 1 mol (158 g) acetat de calciu se obține 1 mol (58 g) acetonă. Din 23,7 g acetat rezultă:

$$\frac{58 \cdot 23,7}{158} = 8,7 \text{ g } \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$$

484. Prin combustia a 0,735 g de substanță organică s-au obținut 1,690 g bioxid de carbon și 0,684 g apă. Pe de altă parte dizolvind 1 g de substanță în 30 g acid acetic se produce o depresiune a punctului de topire egală cu 2,264°. Se cere:

- să se determine formula brută a substanței;
- care sînt formulele structurale pe care putem să le dăm acestor substanțe, știind că atomii de carbon sînt uniți prin legături simple. Ce proprietăți permit să deosebim aceste substanțe care au aceeași formulă brută.

Constanta crioscopică a acidului acetic: $K_c = 3,860$.

- Calculăm compoziția procentuală a substanței:

Știim că 44 g de CO_2 conțin 12 g C și deci masa carbonului conținută în 1,690 g CO_2 va fi:

$$\frac{12 \cdot 1,690}{44}$$

Această masă de carbon fiind conținută în 0,735 g de substanță, carbonul conținut în 100 g de substanță este deci:

$$\text{C}\% = \frac{12 \cdot 1,690 \cdot 100}{44 \cdot 0,735} = 62,7$$

Cum 18 g H_2O conțin 2 g hidrogen și obținându-se 0,684 g H_2O prin combustia a 0,735 g de substanță, masa de hidrogen conținută în 100 g substanță este:

$$\text{H}\% = \frac{2 \cdot 0,684 \cdot 100}{18 \cdot 0,735} = 10,3$$

Procentul de oxigen se stabilește prin calcul, scăzînd din 100 suma procentelor celorlalte elemente obținute din analiză.

$$\text{O}\% = 100 - (62,7 + 10,3) = 27,0$$

— Aflăm masa moleculară a substanței prin metoda crioscopică, folosind formula:

$$M = K_c \frac{1000 \cdot c}{\Delta t}$$

$$M = \frac{3,86 \cdot 1000 \cdot \frac{1}{30}}{2,264} = 57$$

— Fie $C_xH_yO_z$, formula moleculară a substanței, x , y , și z fiind numere întregi. Compoziția unei molecule este deci :

Carbon : $12x$

Hidrogen : y

Oxigen : $16z$

Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală :

$$\frac{12x}{62,7} = \frac{y}{10,3} = \frac{16z}{27} = \frac{M}{100} = \frac{57}{100}$$

de unde

$$x = \frac{57 \cdot 62,7}{1200} = 2,98 \approx 3$$

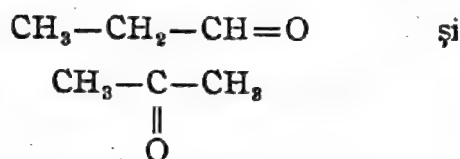
$$y = \frac{57 \cdot 10,3}{100} = 5,87 \approx 6$$

$$z = \frac{57 \cdot 27}{1600} = 0,96 \approx 1$$

Formula moleculară a substanței organice este deci :



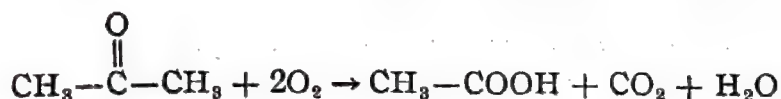
b) Dacă atomii de carbon sînt uniți între ei prin legături simple, formulei C_3H_6O îi corespund două formule structurale :



Prima formulă este aceea a aldehidei propionice, iar a doua a acetonei. Aldehida propionică, ca toate aldehidele, are proprietăți reducătoare, ea reduce astfel azotatul de argint amoniacal, ceea ce o deosebește de acetonă, care nu este reducătoare. Aldehida propionică, prin oxidare menajată, dă acidul propionic :



Sub acțiunea oxidanților puternici, cum este amestecul de bicromat de potasiu și acid sulfuric se rupe molecula de acetonă și se formează acid acetic și bioxid de carbon :



485. Se oxidează 10 cm^3 de metanol cu densitatea $0,8 \text{ g/cm}^3$ și se obțin 300 cm^3 soluție de formaldehidă $2,25\%$. Care este randamentul reacției de oxidare ?

Răspuns : 90%

486. Se prepară acetaldehidă prin dehidrogenarea a 2,3 kg etanol. Să se determine :
- masa de acetaldehidă obținută ;
 - masa de acid acetic care se poate obține prin oxidarea acestei aldehide.

Răspuns : a) 2,2 kg $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{O}$
b) 3 kg CH_3-COOH

487. Se tratează cu apă 800 g carbură de calciu conținând 20% impurități. Ce volum, măsurat la 0° și 1 atm, ocupă acetilena rezultată? Din acetilenă prin adăugarea apei în prezența unui catalizator se obține acetaldehida. Ce masă de acetaldehidă se obține dacă randamentul reacției este 90%?

Răspuns : 224 l C_2H_2 ; 396 g $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{O}$

488. Se tratează o soluție de acetaldehidă cu un exces de soluție Fehling. Precipitatul roșu-arămiu rezultat spălat și uscat cântărește 7,16 g. Calculați masa de acetaldehidă conținută în soluție.

Răspuns : 2,20 g $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{O}$

489. Se poate prepara acetona industrial prin distilarea uscată a acetatului de calciu la circa 400° și prin oxidarea izopropilbenzenului : Se cere :

- masa de acetona care se obține din acetatul de calciu rezultat prin neutralizarea hidroxidului de calciu cu 36 kg acid acetic ;
- masa de izopropilbenzen necesară pentru prepararea aceleiași cantități de acetona ;
- cantitatea de fenol rezultată o dată cu acetona prin metoda a doua.

Răspuns : a) 17,4 kg acetona ;
b) 36 kg izopropilbenzen ;
c) 28,2 kg fenol

490. Se ard 0,44 g dintr-o substanță organică, fără azot și se obțin 0,88 g bioxid de carbon și 0,36 g apă. Să se determine :

- compoziția procentuală ;
- formula cea mai simplă care i se poate atribui ;
- formula structurală, cunoscându-se că prin oxidarea sa se obține un acid monocarboxilic a cărui sare de argint conține 64,7% argint ;
- densitatea vaporilor acestei substanțe în raport cu aerul.

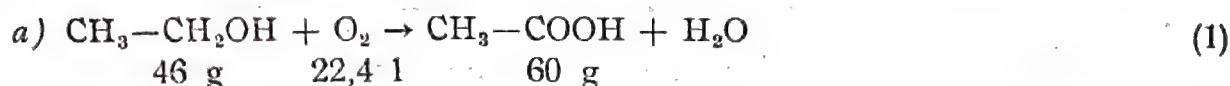
Răspuns : a) $\text{C}\% = 54,5$; $\text{H}\% = 9,1$;
 $\text{O}\% = 36,4$
b) $(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n$
c) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{O}$;
d) 1,52

XXX. Acizi carboxilici

491. Pentru a obține acid acetic se oxidează cu aer 200 g etanol, în prezența unui catalizator. Să se calculeze:

a) volumul de aer, măsurat în condiții normale, care a fost folosit, presupunând randamentul reacției 80% din cel teoretic;

b) masa de acetat de aluminiu ce s-ar fi putut obține, ținând cationul de aluminiu cu acidul acetic rezultat.



Pentru oxidarea a 1 mol (46 g) $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ este necesar 1 mol (22,4 l) O_2 . Intrând în reacție 200 g $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$, vor trebui:

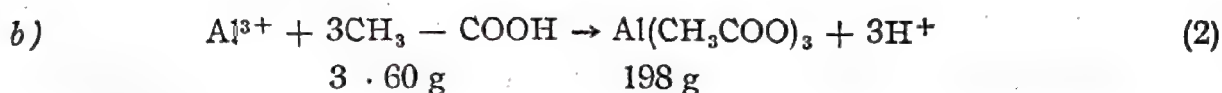
$$\frac{200 \cdot 22,4}{46} = 97,4 \text{ l } \text{O}_2$$

Aerul conținând, în volume, 20% O_2 , volumul de aer corespunzător a 97,4 l O_2 este:

$$\frac{97,4 \cdot 100}{20} = 487 \text{ l aer}$$

și ținând seama de randamentul reacției:

$$487 \cdot \frac{100}{80} = 608,7 \text{ l aer}$$



Conform ecuației (1), prin oxidarea a 1 mol (46 g) $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ se obține 1 mol (60 g) CH_3-COOH . Prin oxidarea a 200 g $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ rezultă:

$$\frac{200 \cdot 60}{46} = 26 \text{ g } \text{CH}_3-\text{COOH}$$

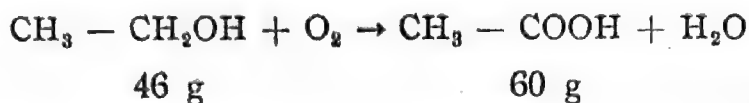
și cum randamentul reacției este 80%:

$$26 \cdot \frac{80}{100} = 22,8 \text{ g } \text{CH}_3-\text{COOH}$$

Ținând seama de ecuația (2), rezultă că reacționând 3 moli (3 · 60 g) CH_3-COOH asupra cationului de aluminiu, se obține 1 mol (198 g) $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$. Cantitatea de acetat ce rezultă prin intrarea în reacție a 22,8 g CH_3-COOH este:

$$\frac{22,8 \cdot 198}{3 \cdot 60} = 25,08 \text{ g } \text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$$

492. Un vin conținând la litru 90 cm^3 etanol se transformă în oțet. Care este cea mai mare concentrație care poate să o aibă oțetul produs? Se va exprima această concentrație în grame de acid acetic liber la litru.
Densitatea alcoolului este $0,795 \text{ g/cm}^3$.



Masa etanolului pe care o conține 1 l de vin o obținem din formula:

$$m = V \cdot \rho = 90 \cdot 0,795 = 71,55 \text{ g CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$$

Din ecuația reacției de oxidare a etanolului reiese că din 1 mol (46 g) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$ se obține 1 mol (60 g) $\text{CH}_3 - \text{COOH}$. Intrând în reacție 71,55 g $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$ rezultă:

$$\frac{71,55 \cdot 60}{46} = 93,32 \text{ g CH}_3 - \text{COOH la litru}$$

493. Avem o soluție apoasă a unui acid monocarboxilic saturat. Pentru a-l neutraliza dispunem de o soluție hidroxid de potasiu conținând 0,75 moli la litru. Se constată că pentru a neutraliza 15 cm^3 de soluție acidă sînt necesari 40 cm^3 de soluție bazică. Se cere:

- concentrația în moli la litru de soluție acidă;
- să se stabilească formula brută și formula structurală a acidului, cunoscînd că analiza chimică a 0,200 g din acest acid a dat 0,293 g bioxid de carbon și 0,120 g apă. Densitatea vaporilor acestui acid în raport cu aerul este 2,1 și este format numai din carbon, hidrogen și oxigen.

a) Pentru că este un acid monocarboxilic, 1 mol de KOH neutralizează 1 mol din acest acid.

Cei 40 cm^3 de soluție bazică folosiți conțin:

$$\frac{0,75 \cdot 40}{1000} = 0,03 \text{ moli KOH}$$

și vor neutraliza 0,03 moli de acid conținuți în 15 cm^3 de soluție. Un litru de soluție de acid conține

$$\frac{0,03 \cdot 1000}{15} = 2 \text{ moli}$$

Deci soluția acidă conține 2 moli de acid la litru.

b) După legea lui Avogadro, masa moleculară este egală cu produsul dintre densitatea vaporilor și 28,9; deci:

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 2,1 \approx 60$$

Din rezultatele analizei calculăm compoziția procentuală a substanței :

$$C\% = \frac{12 \cdot 0,293 \cdot 100}{44 \cdot 0,200} = 39,95$$

$$H\% = \frac{2 \cdot 0,120 \cdot 100}{18 \cdot 0,200} = 6,67$$

$$O\% = 100 - (39,95 + 6,67) = 53,38$$

Fie $C_xH_yO_z$ formula moleculară a substanței, unde x , y și z sînt numere întregi. Compoziția moleculară a substanței este :

Carbon : $12x$

Hidrogen : y

Oxigen : $16z$

Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală :

$$\frac{12x}{39,95} = \frac{y}{6,67} = \frac{16z}{53,38} = \frac{12x + y + 16z}{100} = \frac{60}{100}$$

rezultă :

$$x = \frac{60 \cdot 39,95}{1200} \approx 2$$

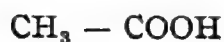
$$y = \frac{60 \cdot 6,67}{100} \approx 4$$

$$z = \frac{60 \cdot 53,38}{1600} \approx 2$$

Formula brută a acidului este deci :



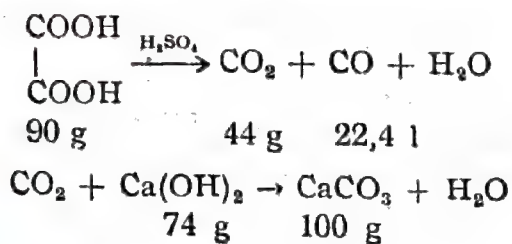
Cum acizii monocarboxilici conțin o grupă carboxil $-\text{COOH}$, formula structurală a acidului este :



Acidul monocarboxilic este acidul acetic.

494. Se descompune prin încălzire cu acid sulfuric concentrați 7,2 g acid oxalic anhidru, obținându-se două substanțe gazoase. Amestecul acestor două gaze este trecut printr-o soluție de hidroxid de calciu 1%. Să se determine :

- cantitatea de soluție hidroxid de calciu 1% care reține complet unul din gaze ;
- volumul și densitatea în raport cu aerul a gazului neabsorbit.



a) Din ecuațiile reacțiilor se observă că la 1 mol (90 g) acid oxalic corespund 1 mol (44 g) CO_2 și 1 mol (74 g) Ca(OH)_2 . Descompunând 7,2 g acid oxalic, vor fi necesare pentru absorbția CO_2 :

$$\frac{7,2 \cdot 74}{90} = 5,92 \text{ g } \text{Ca(OH)}_2$$

Deoarece Ca(OH)_2 folosit este în soluție de concentrație 1%, cele 5,92 g Ca(OH)_2 se vor găsi în:

$$5,92 \cdot \frac{100}{1} = 592 \text{ g soluție } \text{Ca(OH)}_2 \text{ 1\%}$$

b) Cum prin descompunerea a 90 g acid oxalic se obțin 22,4 l CO, din 7,2 g acid oxalic rezultă:

$$\frac{7,2 \cdot 22,4}{90} = 1,79 \text{ l CO}$$

Densitatea CO în raport cu aerul este:

$$d = \frac{M}{28,9} = \frac{28}{28,9} = 0,96$$

495. Din 0,5 g substanță organică conținând carbon, hidrogen și oxigen s-au obținut, prin combustie completă, 0,4888 g bioxid de carbon și 0,1 g apă. Masa moleculară a substanței este 90. Să se determine:

a) compoziția procentuală;

b) formula moleculară;

c) formula structurală știind că pentru a neutraliza 1 mol de substanță trebuiesc 2 moli de hidroxid de sodiu.

Răspuns: a) C% = 26,66, H% 2,22%, O% 71,12;

b) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$; c) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$

496. La analiza unui oțet de vin, pentru a neutraliza 100 cm³ au fost necesari 12 cm³ hidroxid de sodiu 1 n. Să se calculeze:

a) masa de acid acetic conținută la 1 l de soluție;

b) masa de etanol care prin oxidare completă ar putea da această cantitate de acid acetic.

Răspuns: a) 72 g $\text{CH}_3\text{—COOH}$; b) 55,2 g $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH}$

497. Pentru sinteza acidului succinic s-au folosit 56 m³ de etenă, măsurați în condiții normale de temperatură și presiune. Admițând că reacțiile au loc cu randament egal cu cel teoretic să se calculeze masa produșilor intermediari care participă în reacții și masa acidului succinic rezultat.

Răspuns: 465 kg $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{Br} \\ | \\ \text{CH}_2\text{Br} \end{array}$; 195 kg $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—C}\equiv\text{N} \\ | \\ \text{CH}_2\text{—C}\equiv\text{N} \end{array}$; 295 kg $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—COOH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{—COOH} \end{array}$

XXXI. Derivați funcționali ai acizilor carboxilici

498. Un ester a fost obținut făcând să reacționeze etanolul asupra unui acid organic A. Analiza elementară a 0,660 g din acest ester dă 1,32 g bioxid de carbon și 0,54 g apă. Densitatea vaporilor esterului în raport cu aerul fiind egală cu 3, să se stabilească :

a) formula brută și formula de structură a esterului ;

b) formula moleculară a acidului.

a) Compoziția procentuală a acidului este :

$$C\% = \frac{12 \cdot 1,32 \cdot 100}{44 \cdot 0,66} = 54,5$$

$$H\% = \frac{2 \cdot 0,54 \cdot 100}{18 \cdot 0,66} = 9,1$$

Oxigenul se obține prin diferență

$$O\% = 100 - (54,5 + 9,1) = 36,4$$

După legea lui Avogardo, masa moleculară apropiată a substanței este

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 3 = 86,7 \approx 87$$

Fie formula moleculară a esterului :



x, y și z fiind numere întregi. Compoziția moleculară este :

Carbon : $12x$

Hidrogen : y

Oxigen : $16z$

Scriem proporționalitățile între compoziția moleculară și compoziția procentuală :

$$\frac{12x}{54,5} = \frac{y}{9,1} = \frac{16z}{36,4} = \frac{M}{100} = \frac{87}{100}$$

De unde :

$$x = \frac{87 \cdot 54,5}{1200} \approx 4$$

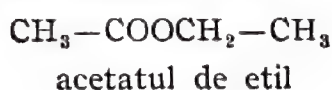
$$y = \frac{87 \cdot 9,1}{100} \approx 8$$

$$z = \frac{87 \cdot 36,4}{1600} \approx 2$$

Esterul are formula :



Cum este un ester al CH_3-CH_2OH , formula trebuie să conțină grupa $-COOCH_2CH_3$ și deci formula de structură este :



XXXI. Derivați funcționali ai acizilor carboxilici

498. Un ester a fost obținut făcând să reacționeze etanolul asupra unui acid organic A. Analiza elementară a 0,660 g din acest ester dă 1,32 g bioxid de carbon și 0,54 g apă. Densitatea vaporilor esterului în raport cu aerul fiind egală cu 3, să se stabilească :

a) formula brută și formula de structură a esterului ;

b) formula moleculară a acidului.

a) Compoziția procentuală a acidului este :

$$C\% = \frac{12 \cdot 1,32}{44 \cdot 0,66} \cdot 100 = 54,5$$

$$H\% = \frac{2 \cdot 0,54}{18 \cdot 0,66} \cdot 100 = 9,1$$

Oxigenul se obține prin diferență

$$O\% = 100 - (54,5 + 9,1) = 36,4$$

După legea lui Avogadro, masa moleculară apropiată a substanței este

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 3 = 86,7 \approx 87$$

Fie formula moleculară a esterului :



x, y și z fiind numere întregi. Compoziția moleculară este :

Carbon : $12x$

Hidrogen : y

Oxigen : $16z$

Scriem proporționalitățile între compoziția moleculară și compoziția procentuală :

$$\frac{12x}{54,5} = \frac{y}{9,1} = \frac{16z}{36,4} = \frac{M}{100} = \frac{87}{100}$$

De unde :

$$x = \frac{87 \cdot 54,5}{1200} \approx 4$$

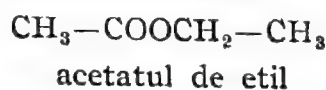
$$y = \frac{87 \cdot 9,1}{100} \approx 8$$

$$z = \frac{87 \cdot 36,4}{1600} \approx 2$$

Esterul are formula :



Cum este un ester al CH_3-CH_2OH , formula trebuie să conțină grupa $-COOCH_2CH_3$ și deci formula de structură este :

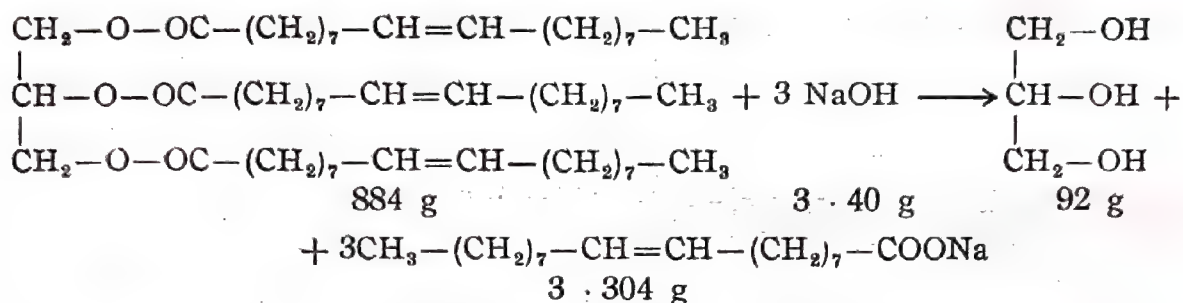


b) Acidul A este:



499. Se tratează 1 kg trioleină, în condiții corespunzătoare, cu hidroxid de sodiu. Să se determine:

- a) masa săpunului obținut, dacă acesta conține 75% oleat de sodiu și 25% apă;
b) masa de glicerină care rezultă;
c) masa sodei caustice folosite.



1 mol (884 g) trioleină reacționează cu 3 moli (3 · 40 g) NaOH și rezultă 3 moli (3 · 304 g) oleat de sodiu și un mol (92 g) glicerină.

a) Masa oleatului de sodiu ce rezultă pornind de la 1 000 g trioleină este:

$$\frac{3 \cdot 304 \cdot 1\,000}{884} = 1\,038 \text{ g}.$$

Săpunul obținut conține 25% apă, înseamnă că 100 g săpun conțin 75 g oleat de sodiu. Masa săpunului va fi:

$$\frac{100 \cdot 1\,038}{75} = 1\,389,3 \text{ g}$$

b) Masa de glicerină obținută:

$$\frac{92 \cdot 1\,000}{884} = 104 \text{ g}$$

c) Masa de NaOH folosită:

$$\frac{120 \cdot 1\,000}{884} = 136 \text{ g}.$$

500. Se ard complet 30 g de luminare formată exclusiv din acid stearic. Să se determine volumul de bioxid de carbon și masa vaporilor de apă rezultați din această ardere.



Din ecuația reacției reiese că 1 mol (284 g) acid stearic dă prin ardere 18 moli (18 · 22,4 l) CO₂ și 18 moli (18 · 18 g) H₂O.

Din 30 g acid stearic vor rezulta:

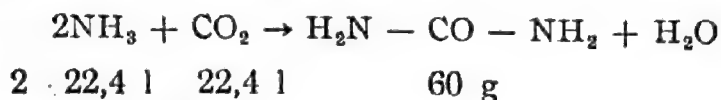
$$\frac{30 \cdot 18 \cdot 22,4}{284} = 42,5 \text{ l CO}_2$$

$$\frac{30 \cdot 18 \cdot 18}{284} = 34,2 \text{ g H}_2\text{O}$$

501. Ureea se obține prin acțiunea bioxidului de carbon asupra amoniacului la 150°C și 50 atm . Se fabrică 1 tonă de uree, să se determine :

a) volumul substanțelor intrate în reacție ;

b) dacă bioxidul de carbon necesar provine din fermentarea glucozei, ce cantitate de glucoză este necesară.



a) Din ecuația reacției rezultă că se obține 1 mol (60 g) uree prin reacția a 2 moli ($2 \cdot 22,4 \text{ l}$) NH_3 cu 1 mol ($22,4 \text{ l}$) CO_2 .

Pentru fabricarea a $1 \text{ t} = 10^6 \text{ g}$ uree vor fi necesari :

$$\frac{10^6 \cdot 2 \cdot 22,4}{60} = 746 \cdot 10^3 \text{ l } \text{NH}_3$$

și

$$\frac{10^6 \cdot 22,4}{60} = 371 \cdot 10^3 \text{ l } \text{CO}_2$$

Volumele gazelor reactante, în condițiile reacției, le obținem folosind formula :

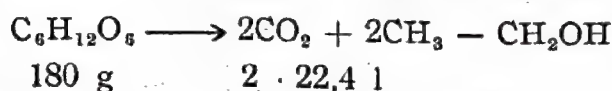
$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \quad \text{de unde} \quad V = \frac{p_0 V_0}{T_0} \cdot \frac{T}{p}$$

Rezultă

$$V_{\text{NH}_3} = \frac{1 \cdot 746 \cdot 10^3 \cdot 423}{273 \cdot 50} = 23,1 \cdot 10^3 \text{ l} = 23,1 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{1 \cdot 371 \cdot 10^3 \cdot 423}{273 \cdot 50} = 11,5 \text{ m}^3$$

b) Din ecuația reacției :



se vede că la 1 kmol (180 kg) glucoză corespund 2 kmoli ($2 \cdot 22,4 \text{ m}^3$) CO_2 . Pentru obținerea a $371 \text{ m}^3 \text{CO}_2$, care intră în reacție pentru a rezulta 1 tonă uree, vor fi necesare :

$$\frac{371 \cdot 180}{2 \cdot 22,4} = 745 \text{ kg glucoză}$$

502. Se tratează 50 g acetat de etil cu o soluție de hidroxid de sodiu. Care sînt masele produselor formate din reacție?

Răspuns : 26,15 g etanol ; 46,6 g acetat de sodiu

503. Se fabrică 1 t stearat de sodiu (săpun) cu un conținut de 8,2% apă. Să se calculeze :

- a) masa de stearină care a participat la reacție ;
- b) cantitatea de hidroxid de sodiu 40% folosită ;
- c) masa de glicerină care rezultă.

Răspuns : a) 890 kg stearină ;
b) 300 kg NaOH 40% ;
c) 92 kg glicerină

504. O soluție care conține 6 g urce în 50 g apă se solidifică la $-3,7^{\circ}$. Să se determine masa moleculară a ureei.

Constanta crioscopică a apei este $1,87^{\circ}$.

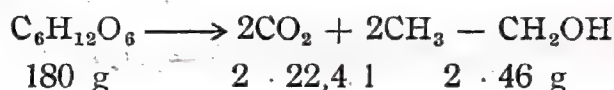
Răspuns : 60

XXXII. Hidrați de carbon

505. Prin fermentarea a 135 g glucoză s-au obținut 28,56 l bioxid de carbon măsurați în condiții normale. Să se determine :

- a) cu ce randament s-a lucrat ;
- b) câți cm^3 de etanol s-au obținut. Densitatea alcoolului este $0,795 \text{ g/cm}^3$;
- c) cantitatea de soluție de hidroxid de calciu 5% care absoarbe bioxidul de carbon și masa de carbonat de calciu rezultat din reacție.

Are loc reacția :



a) Din ecuația reacției rezultă că prin fermentarea a 1 mol (180 g) glucoză se obțin 2 moli ($2 \cdot 22,4 \text{ l}$) CO_2 și 2 moli ($2 \cdot 46 \text{ g}$) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$.

Conform ecuației, din 135 g glucoză rezultă :

$$\frac{135 \cdot 2 \cdot 22,4}{180} = 33,6 \text{ l CO}_2.$$

Obținându-se însă 28,56 l CO_2 , randamentul reacției este :

$$\eta = \frac{28,56}{33,6} \cdot 100 = 85\%$$

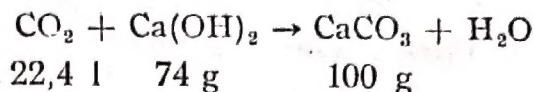
b) Deoarece la 2 moli ($2 \cdot 22,4 \text{ l}$) CO_2 corespund 2 moli ($2 \cdot 46 \text{ g}$) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$, rezultând din reacție 28,56 l CO_2 cantitatea de etanol care s-a obținut este :

$$\frac{28,56 \cdot 2 \cdot 46}{2 \cdot 22,4} = 58,6 \text{ g CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$$

și are volumul :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{58,6}{0,795} = 73,7 \text{ cm}^3.$$

c) Din ecuația reacției:



reiese că 1 mol (22,4 l) CO_2 reacționează cu 1 mol (74 g) Ca(OH)_2 , cei 28,56 l CO_2 vor fi absorbiți de:

$$\frac{28,56 \cdot 74}{22,4} = 94,3 \text{ g } \text{Ca(OH)}_2.$$

Cantitatea de soluție Ca(OH)_2 5% corespunzătoare va fi:

$$\frac{94,3 \cdot 100}{5} = 1886 \text{ g soluție } \text{Ca(OH)}_2 \text{ 5\%}.$$

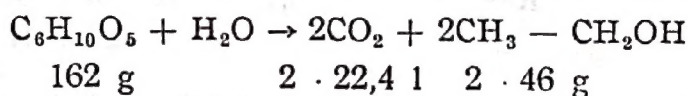
Intrînd în reacție cu Ca(OH)_2 1 mol (22,4 l) CO_2 se obține 1 mol (100 g) CaCO_3 . Masa CaCO_3 rezultat din reacția a 28,56 l CO_2 este:

$$\frac{28,56 \cdot 100}{22,4} = 127,5 \text{ g } \text{CaCO}_3.$$

506. În urma proceselor de zaharificare și fermentare a amidonului s-au obținut 67,2 l bioxid de carbon măsurați în condiții normale. Să se calculeze:

- masa amidonului intrată în reacție;
- cantitatea de etanol care rezultă din reacție.

Scriem ecuația reacției simplificat, referindu-ne la o unitate structurală:



Dacă participă la reacție 1 mol (162 g) $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ se obțin 2 moli (2 · 22,4 l) CO_2

a) Obținîndu-se prin fermentare 67,2 l CO_2 , masa amidonului intrată în reacție este:

$$\frac{67,2 \cdot 162}{44,8} = 243 \text{ g amidon}.$$

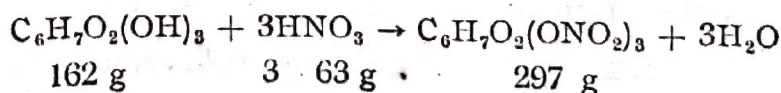
b) Din ecuația reacției reiese că prin zaharificarea și fermentarea a 1 mol (162 g) amidon rezultă 2 moli (2 · 46 g) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$. Participînd la reacție 243 g amidon se obțin:

$$\frac{243 \cdot 46 \cdot 2}{162} = 138 \text{ g } \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}.$$

507. Se obține din celuloză 300 g trinitrat de celuloză. Să se determine:

- masa de acid azotic 99% necesară;
- masa de celuloză intrată în reacție, dacă randamentul reacției este 85%.

Are loc reacția:



a) Se vede din ecuația reacției, scrisă pentru o unitate structurală, că reacționând cu celuloza 3 moli ($3 \cdot 63$ g) HNO_3 , se obține 1 mol (297 g) $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3$. Masa de HNO_3 necesară obținerii a 300 g trinitrat de celuloză este:

$$\frac{300 \cdot 3 \cdot 63}{297} = 191 \text{ g HNO}_3$$

care corespunde la:

$$\frac{191 \cdot 100}{99} = 193 \text{ g HNO}_3 \text{ 99\%}$$

b) Conform ecuației reacției; 1 mol (297 g) trinitrat de celuloză se obține prin nitrarea a 1 mol (162 g) celuloză, 300 g trinitrat vor rezulta din:

$$\frac{300 \cdot 162}{297} = 163,6 \text{ g celuloză}$$

și cum randamentul reacției este 85%, vor fi necesare:

$$\frac{163,6 \cdot 100}{85} = 192,4 \text{ g celuloză}$$

508. Se oxidează 2 g de glucoză cu oxid cupric. Să se calculeze:

- masa de oxid cupric care participă la reacție;
- cantitatea de oxid cupros roșu rezultat prin reducerea oxidului cupric;
- masa de acid gluconic care s-a obținut prin oxidarea glucozei.

Răspuns: a) 1,76 g CuO ; b) 1,6 g Cu_2O ; c) 2,18 g $(\text{CH}_2\text{OH} - (\text{CHOH})_4 - \text{COOH})$

509. Prin fermentarea glucozei s-au obținut 367,5 l etanol cu densitatea 0,795 g/cm³. Randamentul reacției fiind 85% să se determine:

- masa de glucoză care a fost necesară;
- volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns: a) 675 kg glucoză; b) 142,8 m³ CO_2

510. În procesul de zaharificare și fermentare al amidonului au fost folosite 972 kg de amidon. Admițând că randamentul este 80%, se cere:

- volumul alcoolului obținut, densitatea sa fiind 0,795 g/cm³;
- volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurat la 0° și 1 atm.

Răspuns: a) 969,3 l $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$; b) 268,8 l CO_2

511. Acționează 965 kg acid azotic 99% asupra celulozei. Dacă randamentul reacției este 85% să se calculeze:

- masa de trinitrat de celuloză obținută;
- masa de celuloză intrată în reacție.

Răspuns: a) 1,5 t trinitrat de celuloză; b) 962 kg celuloză

Tabel cu numerele atomice,
simbolurile și masele atomice relative ale elementelor

Nr. atomic	Element	Simbol	Masa atomică	Nr. atomic	Element	Simbol	Masa atomică
89	Actiniu	Ac	[227]	25	Mangan	Mn	54,9380
13	Aluminiu	Al	26,9815	101	Mendeleviu	Md	[256]
95	Americiu	Am	[243]	80	Mercur	Hg	200,59
51	Antimoniu	Sb	121,75	42	Toliden	Mo	95,94
47	Argint	Ag	107,870	60	Neodim	Nd	144,24
18	Argon	Ar	39,948	10	Neon	Ne	20,183
33	Arsen	As	74,9216	93	Neptuniu	Np	[237]
85	Astatin	At	[210]	28	Nichel	Ni	58,71
79	Aur	Au	196,976	41	Niobiu	Nb	92,906
7	Azot	N	14,0067	102	Nobelium	No	[254]
56	Bariu	Ba	137,37	76	Osmiu	Os	190,2
97	Beriliu	Be	9,0122	8	Oxigen	O	15,9994
4	Berkeliu	Bk	[249]	46	Paladiu	Pd	106,4
83	Bismut	Bi	208,980	78	Platină	Pt	195,09
5	Bor	B	10,811	82	Plumb	Pb	207,19
35	Brom	Br	79,909	94	Plutoniu	Pu	[242]
48	Cadmium	Cd	112,40	84	Poloni	Po	[210]
20	Calcium	Ca	40,08	19	Potasiu	K	39,102
98	Californiu	Cf	[251]	59	Praseodim	Pr	140,907
6	Carbon	C	12,01115	61	Prometiu	Pm	[147]
58	Ceriu	Ce	140,12	91	Protactiniu	Pa	[231]
55	Cesiu	Cs	132,905	88	Radiu	Ra	[226]
17	Clor	Cl	35,453	86	Radon	Rn	[222]
27	Cobalt	Co	58,9332	75	Reniu	Re	186,2
24	Crom	Cr	51,996	45	Rodiu	Rh	102,905
29	Cupru	Cu	63,54	37	Rubidiu	Rb	85,47
96	Curiu	Cm	[247]	44	Ruteniu	Ru	101,07
66	Disprosiu	Dy	162,50	62	Samariu	Sm	150,35
99	Einsteinium	Es	[254]	21	Scandiu	Sc	44,956
68	Erbium	Er	167,26	34	Seleniu	Se	78,96
63	Europiu	Eu	151,96	14	Siliciu	Si	28,086
26	Fermiu	Fm	[253]	11	Sodiu	Na	22,9898
100	Fer	Fe	55,847	50	Staniu	Sn	118,69
9	Fluor	F	18,9984	38	Stronțiu	Sr	87,62
15	Fosfor	P	30,9738	16	Sulf	S	32,064
87	Franciu	Fr	[223]	81	Taliu	Tl	204,37
64	Gadolinium	Gd	157,25	73	Tantal	Ta	180,948
31	Galiu	Ga	69,72	43	Tehnețiu	Tc	[99]
32	Germaniu	Ge	72,59	52	Telur	Te	127,60
72	Hafniu	Hf	178,49	65	Terbiu	Tb	158,924
2	Helium	He	4,0026	22	Titan	Ti	47,90
1	Hidrogen	H	1,00797	90	Toriu	Th	232,038
67	Holmiu	Ho	164,930	69	Tuliu	Tm	168,934
49	Indiu	In	114,82	92	Uranium	U	238,03
53	Iod	I	126,9044	23	Vanadiu	V	50,942
77	Iridiu	Ir	192,2	74	Wolfram	W	183,85
36	Kripton	Kr	83,80	54	Xenon	Xe	131,30
57	Lantan	La	139,81	70	Yterbiu	Yb	173,04
103	Lawrenciu	Lw	[257]	39	Ytriu	Y	88,905
3	Litiu	Li	6,939	30	Zinc	Zn	65,37
71	Lutetiu	Lu	174,97	40	Zirconiu	Zr	91,22
12	Magneziu	Mg	24,312				

Cuprinsul

I. Valența elementelor	5
II. Ecuații chimice	8
III. Legile combinațiilor chimice	11
IV. Legile gazelor	19
V. Electroliza	27
VI. Hidrogenul	33
VII. Oxigenul și combinațiile sale	39
<u>VI:1. Soluții</u>	<u>44</u>
IX. Halogenii	51
X. Acizi. Baze. Săruri	60
XI. Sulfur și compușii săi	68
XII. Aerul. Azotul și compușii săi	76
XIII. Fosforul și arsenul	86
XIV. Carbonul și siliciul	93
XV. Borul	102
XVI. Metale din grupa I a sistemului periodic	103
XVII. Metale din grupa a II-a a sistemului periodic	110
XVIII. Metale din grupa a III-a a sistemului periodic	117
XIX. Metale din grupa a IV-a a sistemului periodic	122
XX. Metale din grupa a VIII-a a sistemului periodic	125
XXI. Analiza substanțelor organice	129
XXII. Hidrocarburi saturate	143
XXIII. Alchene	150
XXIV. Alchine	154
XXV. Hidrocarburi aromatice	159
XXVI. Combinații halogenate	164
XXVII. Combinații hidroxilice organice (Alcooli și fenoli)	167
XXVIII. Combinațiile organice ale azotului	173
XXIX. Aldehyde și cetone	176
XXX. Acizi carboxilici	181
XXXI. Derivați funcționali ai acizilor carboxilici	185
XXXII. Hidrați de carbon	188

Coli de tipar 12.



Întreprinderea Poligrafică Cluj
Str. Brassai 5—7
Republica Socialistă România
Comanda nr. 330/971—6591